COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-HUITIÈME

JANVIER — JUIN 1889.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1889

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1889.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✻.
DARBOUX (Jean-Gaston) ✻.
HALPHEN (Georges-Henri) ✻.
POINCARÉ (Jules-Henri).

SECTION II. — *Mécanique.*

PHILLIPS (Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) (O. ✻).
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LŒWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. C. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (O. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ✻).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (O. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
FREMY (Edmond) (C. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ✻).
FRIEDEL (Charles) (O. ✻).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ✻).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.
HÉBERT (Edmond) (C. ✻).
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ✻).
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique.*

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

PELIGOT (Eugène-Melchior) (G. O. ☼).
SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ☼).
REISET (Jules) (O. ☼).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ☼).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) ☼.
DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. ☼).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ☼).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ☼).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ☼).
EDWARDS (Alphonse-MILNE) (O. ☼).
SAPPEY (Phibert-Constant) (C. ☼).
RANVIER (Louis-Antoine) ☼.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (O ☼).
RICHET (Didier-Dominique-Alfred) (C. ☼).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ☼).
BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) ☼.
BOUCHARD (Charles-Jacques) ☼.
VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (O. ☼).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ☼), pour les Sciences mathématiques.

PASTEUR (Louis) (G. C. ☼), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) O. ✻.
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) ✻.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Sir Richard) (O. ✻), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (Sir George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✻), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ✻), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ✻, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BROCH (Ole-Jacob) (O. ✻), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.
N. . . . .

Section III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Pulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), ✻, à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
DE LA RUE (Warren), (C. ✻), à Londres.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
WOLF (Rudolf), à Zurich.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ✻), à Stockholm.
IBAÑEZ DE IBERO (Général Charles) (G. O. ✻), à Madrid.
PISSIS (Pierre-Joseph-Aimé) ✻, à Santiago.
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), à Colmar.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ✻), à Berlin.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ✻), à Bordeaux.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) (O. ✻), à Montpellier.
STAS (Jean-Servais) ✻, à Bruxelles.
REBOUL (Pierre-Edmond) ✻, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.

Section VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
LORY (Charles) ✻, à Grenoble.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.
HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Oxford.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
DECHEN (Ernest-Henri-Charles DE) (O. ✻), à Bonn-sur-Rhin.
SCACCHI (Arcangelo), à Naples.

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique), à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior), à Buitenzorg, près Batavia (Java).

Section IX. — *Économie rurale* (10).

MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) ✻, à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
CORVO (João DE ANDRADE) (G. C. ✻), à Lisbonne.
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN) (O. ✻), à Louvain.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
COTTEAU (Gustave-Honoré) ✻, à Auxerre.
MARION (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ✻, à Lyon.

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

BECQUEREL.
FREMY.

Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1888.

(*Voir* à la page 15 de ce Volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1889,

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Hermite obtient.......... 55 suffrages

M. **Hermite**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1889.

L'Académie procède ensuite, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres, qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1889, et qui doivent être pris, l'un dans les

Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Becquerel obtient........ 44 suffrages
M. Fremy obtient......... .. 44 »

MM. **Becquerel** et **Fremy**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant doit faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année.

M. **Janssen** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1889.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CIV (1er semestre 1887) et le Tome CV (2e semestre 1887) ont paru avec leur Table; ainsi que le Tome III de la *Table générale,* comprenant les années 1866 à 1880.

Les numéros de l'année 1888 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIV a été mis en distribution au mois d'août dernier. Ce Tome renferme : 1° trois Mémoires de M. Becquerel sur la température de l'air à la surface du sol et sous la terre jusqu'à 36m de profondeur; 2° un Mémoire de M. de Jonquières, intitulé : « Théorie élémentaire, d'après les méthodes de Poinsot, du mouvement de la toupie, etc. »; 3° un Mémoire de M. de Saint-Venant « Sur la résistance des fluides ».

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIII est réservé au Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont. 35 feuilles sont

tirées : 17 pour le texte et 18 pour les Tables. L'impression est momentanément suspendue.

Mémoires présentés par divers savants. — Le Tome XXX renferme un Mémoire de M. Souillart, intitulé : « Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter », qui forme 25 feuilles tirées; un Mémoire de MM. Guyou et Simart, portant pour titre : « Développements de géométrie du navire avec applications aux calculs de stabilité des navires ». Il forme 9 feuilles tirées.

Vient ensuite un Mémoire intitulé : « Mission d'Andalousie. Études relatives au tremblement de terre du 25 décembre 1884, et à la constitution géologique du sol ébranlé par les secousses ».

Ce Mémoire, publié, sous la direction de M. Fouqué, par MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand, Barrois, Offret, Kilian, Bergeron et Bréon, forme actuellement 82 feuilles tirées.

La composition du Tome XXX est terminée.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1888.

Membres décédés.

Section de Géographie et Navigation : M. **Perrier**, décédé le 20 février.
Section de Chimie : M. **Debray**, décédé le 19 juillet.
Section d'Économie rurale : M. **Hervé Mangon**, décédé le 15 mai.

Membres élus.

Section de Géographie et Navigation : M. **de Bussy**, le 14 mai, en remplacement de M. Perrier, décédé.

Section de Chimie : M. **Schützenberger**, le 17 décembre, en remplacement de M. Debray, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Duclaux**, le 26 novembre, en remplacement de M. Hervé Mangon, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1888.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. **Clausius**, à Bonn, décédé le 24 août.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. **Langley**, à Washington, le 2 juillet, en remplacement de M. Roche, décédé.

Section de Botanique : M. **Millardet**, à Bordeaux, le 28 mai, en remplacement de M. Boissier, décédé; M. **Masters**, à Londres, le 4 juin, en remplacement de M. Asa Gray, décédé; M. **Treub**, à Batavia, le 11 juin, en remplacement de M. Planchon, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Clausius**, à Bonn, décédé le 24 août 1888.

Section d'Astronomie : M. **d'Oppolzer**, à Vienne, décédé le 26 décembre 1886.

Section de Géographie et Navigation : M. le général **Sabine**, à Londres, décédé le 26 juin 1883.

Section de Physique générale : M. **Terquem**, à Lille, décédé le 16 juillet 1887; M. **Kirchhoff**, à Berlin, décédé le 17 octobre 1887.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le principe d'Huygens et sur la théorie de l'arc-en-ciel.* Note de M. **Mascart**.

« Fresnel a expliqué et calculé les phénomènes de diffraction par la notion des interférences combinée avec le principe d'Huygens, qu'il énonce de la manière suivante :

» Les vibrations d'une onde lumineuse dans chacun de ses points peuvent être regar-

dées comme la somme des mouvements élémentaires qu'y enverraient au même instant, en agissant isolément, toutes les parties de cette onde considérée dans une quelconque de ses positions antérieures.

» Fresnel admet implicitement que, si l'on considère ainsi chacun des points de l'onde comme un centre d'ébranlement, l'état vibratoire de ces différentes sources est le même que celui qui existe réellement sur l'onde primitive. Il faut remarquer cependant que les sources nouvelles réagissent les unes sur les autres, et il n'est pas évident que la vibration résultante en chaque point de l'onde restera la même que si la source correspondante était isolée.

» Le calcul introduit, en effet, une différence de marche de $\frac{1}{4}$ ou de $\frac{1}{8}$ de longueur d'onde, suivant les cas, quand on l'applique, suivant la méthode de Fresnel, à déterminer la vibration produite par l'onde entière en un point extérieur. Ces différences s'expliquent par la théorie de l'élasticité, comme M. Stokes l'a montré dans un beau Mémoire sur la théorie dynamique de la diffraction; elles peuvent être négligées dans la plupart des phénomènes, où elles ne modifient ni la position des maxima et des minima, ni les rapports des intensités, mais il est quelquefois nécessaire d'en tenir compte et elles laissent subsister un doute sur la légitimité du principe d'Huygens.

» L'énoncé de ce principe me paraît devoir subir une légère modification. On peut, en effet, remplacer l'action d'une onde, entière ou partielle, par celles d'une série de sources *fictives* en chacun de ses points, qui sont concordantes de proche en proche, mais sous la réserve que la résultante des mouvements élémentaires émis par l'onde entière reproduira la vibration réelle sur l'onde elle-même ou sur un point voisin.

» Cette condition permet de définir sans ambiguïté la vibration due à chacun des éléments de surface et de déterminer entièrement la diffraction relative à une portion de l'onde laissée libre par des écrans.

» Quand on calcule ainsi la vibration produite en un point P par une onde sphérique qui s'éloigne du centre, en divisant l'onde en zones successives et en tenant compte de l'affaiblissement graduel de leurs actions à mesure qu'elles s'éloignent de la portion efficace, on trouve que la vibration du point est en retard de $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde, sur celle qui proviendrait du pôle A.

» Ce résultat signifie qu'il faut ajouter $\frac{\pi}{2}$ à la phase de la vibration sur l'onde pour obtenir la phase des sources fictives capables de la remplacer.

» Si l'onde est concave et que la distance du point P à son pôle A soit un maximum, le même calcul montre que, au moins quand il s'agit de vibrations transversales, la vibration du point P est, au contraire, en avance de $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde sur celle qui serait produite par le pôle.

» Il en est de même pour une onde de forme quelconque quand la distance du point P à son pôle est un maximum ou un minimum par rapport à la surface.

» Au lieu de diviser une onde sphérique en zones, on peut la diviser d'abord en fuseaux perpendiculaires à un même grand cercle, passant par le point P, qu'on appelle *équateur de l'onde*, remplacer l'action des fuseaux élémentaires par celle de l'arc d'équateur correspondant, puis l'action de l'équateur par celle du pôle. On trouve alors que la vibration est, au point P, en retard de $\frac{1}{8}$ de longueur d'onde sur celle qui proviendrait du pôle. Ce résultat n'est pas contradictoire avec le précédent, car le même retard a lieu pour la substitution de l'arc d'équateur au fuseau correspondant et l'on retrouve finalement le changement de phase $\frac{\pi}{2}$.

» Le même raisonnement s'applique à une onde de forme quelconque, si l'on a soin de prendre l'équateur dans une des sections principales de la surface au pôle et de déterminer les fuseaux par des plans perpendiculaires au premier.

» Il peut arriver alors que la distance du point considéré P au pôle soit un maximum pour les fuseaux et un minimum pour l'équateur, ou inversement. Dans ce cas, la phase de la vibration est exactement celle qui proviendrait du pôle.

» Cette circonstance singulière se présente dans la théorie de l'arc-en-ciel. L'onde des rayons réfléchis une ou plusieurs fois à l'intérieur d'une goutte d'eau est une surface de révolution, dont la courbe méridienne présente un point d'inflexion correspondant à la direction des rayons émergents dits *efficaces*.

» Pour une direction qui fait l'angle θ du côté convenable avec celle des rayons efficaces, on doit considérer sur la courbe méridienne deux pôles différents, A et A', situés de part et d'autre du point d'inflexion C et sensiblement à la même distance. Si l'on prend cette courbe comme équateur de l'onde, les fuseaux se présentent de la même manière pour les deux branches CA et CA' de la courbe; il n'y a pas à tenir compte de la différence de phase correspondante et l'on peut remplacer l'onde par l'arc d'équateur.

» Or, pour une même onde plane diffractée, l'un des pôles A correspond à un chemin minimum et l'autre pôle A′ à un chemin maximum. On peut donc, si l'arc CA renferme quelques arcs élémentaires, remplacer l'une des branches de l'équateur par le pôle A, à la condition de retrancher $\frac{\pi}{4}$ à la phase et remplacer l'autre branche par le pôle A′, en ajoutant $\frac{\pi}{4}$ à la phase. La différence optique des chemins qui correspondent aux vibrations émises par les pôles A′ et A est donc égale au retard géométrique Δ diminué de $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde, et la différence de phase est

$$\delta = 2\pi\frac{\Delta}{\lambda} - \frac{\pi}{2}.$$

» Comme les vibrations émises par les pôles A et A′ ont sensiblement la même amplitude, l'intensité de la vibration résultante est proportionnelle à $\cos^2\frac{\delta}{2}$. Cette intensité est aussi proportionnelle au carré du premier arc élémentaire à partir du pôle, c'est-à-dire à la longueur d'onde λ et au rayon de courbure de l'équateur.

» Si l'on appelle R le rayon de la goutte, n son indice de réfraction pour la longueur d'onde λ, $p-1$ l'ordre de l'arc-en-ciel, c'est-à-dire le nombre des réflexions intérieures, et qu'on pose

$$h = \frac{(p^2-1)^2}{p^2(n^2-1)}\sqrt{\frac{p^2-n^2}{n^2-1}},$$
$$z^3 = \frac{3.8}{h}\frac{R^2}{\lambda^2}\sin^2\theta\tang\theta,$$

la différence de marche géométrique Δ relative aux deux pôles est

$$\Delta = \lambda\left(\frac{z}{3}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

» Le produit $\sin^2\theta\tang\theta$ reste d'ailleurs proportionnel à θ^3 à 0,005 près, quand l'angle θ varie de 0° à 30°, et l'on a très approximativement

$$z = 2\theta\left(\frac{3R^2}{h\lambda^2}\right)^{\frac{1}{3}}.$$

» En représentant par β un facteur constant, par I l'intensité de la lu-

mière incidente, on trouve finalement que l'intensité J de la lumière diffractée a pour expression

$$J = \beta I \frac{R\lambda}{\sqrt{\tan\theta}} \cos^2 \pi \left[\left(\frac{z}{3} \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{4} \right].$$

» L'ordre m d'un minimum est déterminé par la condition

$$\left(\frac{z}{3} \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{4} = m - \frac{1}{2}, \quad \left(\frac{z}{3} \right)^{\frac{3}{2}} = m - \frac{1}{4}$$

ou

$$\theta_m = \frac{1}{4} \left(\frac{9h}{2} \right)^{\frac{1}{3}} \left[\frac{\lambda}{R} (4m - 1) \right]^{\frac{2}{3}}.$$

» Cette expression est, dans tous ses détails, conforme aux observations, avec un degré d'exactitude qu'on ne pouvait pas attendre d'un raisonnement sommaire où plusieurs quantités ont été négligées; elle diffère par certains coefficients de celle qui m'avait été fournie par M. Poincaré [1], mais sans doute par suite d'une erreur sur la forme de l'équation initiale.

» Les maxima ont lieu dans les directions sensiblement intermédiaires

$$\left(\frac{z}{3} \right)^{\frac{3}{2}} = m + \frac{1}{4}.$$

» Si l'on remplace tangθ par sa valeur approchée θ dans l'expression de l'intensité, on voit que les maxima sont sensiblement proportionnels à $\frac{\lambda^{\frac{2}{3}} R^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{z}}$, c'est-à-dire, pour une lumière donnée et des gouttes de même dimension, en raison inverse de $\sqrt[3]{4m+1}$. L'affaiblissement est très lent, car ces intensités varient comme les inverses des nombres 1 — 2,01 — 4,31 — 5,43, quand on donne à m les valeurs 1, 10, 100, 200; l'éclat de la deux-centième frange est encore presque le cinquième de celui de la première. On s'explique ainsi le nombre considérable de franges que l'on peut distinguer dans la reproduction artificielle du phénomène avec une lumière homogène et qui en font l'une des plus belles expériences de l'Optique. »

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1575; 1888.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de M. Lindstedt.* Note de M. H. Poincaré.

« Il est une équation qu'on rencontre souvent en Mécanique céleste et qui a déjà fait l'objet de bien des recherches : c'est la suivante

$$\frac{d^2\rho}{dx^2} + n^2\rho = \mu\varphi(\rho, x); \tag{1}$$

n est un nombre incommensurable, μ un paramètre très petit. Quant à $\varphi(\rho, x)$, c'est une somme de termes de la forme suivante

$$\varphi(\rho, x) = \Sigma A \rho^m \cos(\lambda x + \alpha).$$

m est un entier, A, λ et α sont des constantes quelconques. Nous pourrons toujours poser

$$\psi(\rho, x) = \Sigma A \frac{\rho^{m+1}}{m+1} \cos(\lambda x + \alpha),$$

d'où

$$\varphi = \frac{d\psi}{d\rho}.$$

» M. Lindstedt a proposé, pour l'intégration de cette équation, des séries qui ne sont pas convergentes au sens rigoureux du mot, mais qui peuvent rendre de grands services dans la pratique, parce que les termes vont d'abord en décroissant très rapidement et qu'en prenant un petit nombre de ces termes on ne commet qu'une erreur assez faible, comme dans la série de Stirling.

» Je me propose de présenter la méthode de Lindstedt à un point de vue nouveau, en la rattachant aux principes des *Vorlesungen über Dynamik* de Jacobi.

» Nous pouvons remplacer l'équation (1) par les suivantes ;

$$\frac{d\rho}{dt} = \sigma, \qquad \frac{d\sigma}{dt} = -n^2\rho + \mu\frac{d\psi}{d\rho}, \qquad \frac{dx}{dt} = 1.$$

» En posant

$$H = \frac{\sigma^2}{2} + n^2\frac{\rho^2}{2} - \mu\psi + p,$$

il vient

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{dH}{d\sigma}, \qquad \frac{d\sigma}{dt} = -\frac{dH}{d\rho}, \qquad \frac{dx}{dt} = \frac{dH}{dp},$$

auxquelles on peut joindre (puisque p est une variable auxiliaire complètement arbitraire)

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{dH}{dx}.$$

» Changeons de variables en posant

$$\rho = \sqrt{\frac{2q}{n}}\sin y, \qquad \sigma = \sqrt{2nq}\cos y,$$

il viendra

$$H = p + n^2 q - \mu\psi(q, y, x),$$

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{dH}{dx}, \qquad \frac{dq}{dt} = -\frac{dH}{dy}, \qquad \frac{dx}{dt} = \frac{dH}{dp}, \qquad \frac{dy}{dt} = \frac{dH}{dq}.$$

» Les équations différentielles se présentant sous la forme canonique, on voit qu'il suffit pour les intégrer de connaître l'intégrale complète de l'équation aux dérivées partielles

$$H = C,$$

où l'on regarde p et q comme les dérivées d'une même fonction z et où C est une constante arbitraire. Cette équation s'écrit donc

$$\frac{dz}{dx} + n^2\frac{dz}{dy} - \mu\psi\left(\frac{dz}{dy}, y, x\right) = C.$$

» Nous allons chercher à développer la fonction inconnue z suivant les puissances de μ, en écrivant

$$z = z_0 + \mu z_1 + \mu^2 z_2 + \ldots,$$
$$p = p_0 + \mu p_1 + \mu^2 p_2 + \ldots,$$
$$q = q_0 + \mu q_1 + \mu^2 q_2 + \ldots,$$
$$q_i = \frac{dz_i}{dy}, \qquad p_i = \frac{dz_i}{dx}.$$

» Si dans ψ nous remplaçons q par ce développement, nous trouverons

$$\psi(q, y, x) = \psi_0 + \mu\psi_1 + \mu^2\psi_2 + \ldots;$$

ψ_0 dépendra de q_0 seulement, ψ_1 de q_0 et de q_1, ψ_2 de q_0, q_1 et q_2, ψ_3 de q_0, q_1, q_2 et q_3, ... De plus, les ψ_i seront de la forme suivante. Si q_0 est supposé donné, ψ_i pourra se développer suivant les puissances croissantes de

$q_1, q_2, \ldots, q_i$; le coefficient de chaque terme de ce développement sera lui-même une somme de termes de la forme suivante

$$A\cos(my + \lambda x + \alpha), \tag{2}$$

m étant un entier, A, λ et α des constantes quelconques.

» Cela posé, on aura pour déterminer successivement les fonctions z_p la suite d'équations récurrentes

$$\left\{\begin{array}{l} p_0 + n^2 q_0 = C, \\ p_1 + n^2 q_1 = \psi_0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ p_i + n^2 q_i = \psi_{i-1}. \end{array}\right. \tag{3}$$

» Nous prendrons pour p_0 et q_0 deux constantes satisfaisant à la première des équations (3) et nous aurons, par conséquent, $z_0 = p_0 x + q_0 y$; la constante q_0, que nous supposerons différente de o, sera notre constante d'intégration.

» Quand on connaîtra $z_0, z_1, z_2, \ldots, z_{i-1}$, on connaîtra ψ_{i-1} et l'équation

$$p_i + n^2 q_i = \psi_{i-1} \tag{4}$$

déterminera z_i.

» Convenons d'appeler, pour abréger, fonction trigonométrique de x et de y toute somme de termes de la forme (2).

» Je dis que p_i et q_i seront des fonctions trigonométriques de x et de y. Supposons, en effet, que cela soit vrai des dérivées de $z_0, z_1, z_2, \ldots, z_{i-1}$; je dis que cela sera vrai des dérivées de z_i.

» En effet, cela sera vrai d'abord de ψ_{i-1}, de sorte que l'équation (4) s'écrira

$$p_i + n^2 q_i = A_0 + \Sigma A\cos(my + \lambda x + \alpha).$$

» Dans le second membre, j'ai mis en évidence le terme tout connu A_0 de la fonction trigonométrique ψ_{i-1}. Nous tirerons de là

$$z_i = A_0 x + \sum \frac{A\sin(my + \lambda x + \alpha)}{\lambda + mn^2},$$

$$q_i = \sum \frac{Am\cos(my + \lambda x + \alpha)}{\lambda + mn^2}.$$

» On voit que q_i, et par conséquent q, est une fonction trigonométrique de x et de y.

» Nous possédons donc z sous la forme d'une fonction trigonométrique de x et de y, dépendant en outre de deux constantes arbitraires C et q_0. L'intégrale générale de l'équation (1) est alors

$$q = \frac{dz}{dy}, \qquad \frac{dz}{dq_0} = q'_0, \qquad \frac{dz}{dC} = x = t,$$

q'_0 étant une nouvelle constante arbitraire.

» Il est aisé d'en déduire les séries de M. Lindstedt sous la forme que le savant astronome leur a donnée.

» On remarquera que cette méthode d'exposition met en évidence la forme purement trigonométrique de la solution, sans qu'on soit obligé de recourir au théorème de Green et à l'artifice que j'ai employé dans le *Bulletin astronomique* pour démontrer la légitimité de la méthode de M. Lindstedt.

» Ce que je viens de dire s'étend sans peine à des cas beaucoup plus généraux, et, en particulier, au problème des trois corps. Je dois toutefois faire une remarque.

» Pour toute autre loi d'attraction que celle de Newton, l'application de la méthode précédente au problème des trois corps ne présenterait aucune difficulté; avec la loi de Newton, au contraire, elle ne réussirait pas si l'on prenait pour point de départ l'orbite képlérienne; on est donc obligé de prendre comme première approximation l'une des orbites intermédiaires de M. Gyldén. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les réactions entre l'acide chromique et l'eau oxygénée;* par M. **Berthelot**.

« Les réactions singulières de l'eau oxygénée, si longtemps regardées comme le type mystérieux des actions de présence, peuvent être interprétées aujourd'hui par la Thermochimie, en raison de l'excès d'énergie emmagasinée dans cette combinaison, corps endothermique et dès lors éminemment plastique et apte à former toute une série de composés suroxydés, de moins en moins stables, et qui se détruisent spontanément, après avoir pris naissance dans les premiers moments du contact de l'eau oxygénée avec les acides et les oxydes métalliques : de là ce paradoxe apparent d'un composé oxydant qui détermine des actions réductrices, paradoxe qui s'explique

par le caractère exothermique des métamorphoses successives, je veux dire aussi bien des décompositions que des combinaisons qui les ont précédées. Bref, les états intermédiaires du système et sa transformation totale répondent à des dégagements de chaleur toujours croissants, conformément au principe du travail maximum. C'est là ce que j'ai établi par l'étude chimique et thermique des réactions de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent, sur les alcalis, sur l'éther, sur l'acide sulfurique, sur l'acide permanganique, etc. (1).

» La réaction de l'eau oxygénée sur l'acide chromique n'échappe pas à cette loi. En effet, elle donne lieu tout d'abord à un composé bleu instable, découvert par Barreswil, et désigné sous le nom d'*acide perchromique*. On peut l'isoler au moyen de l'éther, et M. Moissan a reconnu par l'analyse que le corps séparé par ce dissolvant répond aux rapports $CrO^3 + HO^2$: ce serait une combinaison d'acide chromique et d'eau oxygénée. Cependant, il me paraît plus vraisemblable d'admettre que ce corps est en réalité une combinaison d'acide perchromique véritable avec l'eau oxygénée : $Cr^2O^7, HO + HO^2$. Le rapport entre l'oxygène disponible et le chrome est le même d'après cette formule ; la couleur propre du composé rappelle l'acide permanganique et elle subsiste même en solution aqueuse très étendue, contrairement à ce qui arrive pour les combinaisons connues de l'eau oxygénée avec d'autres acides ou alcalis ; des analogies frappantes, tirées des acides permanganique et persulfurique, tendent également à faire attribuer à l'acide perchromique une existence parallèle et une formule pareille.

» Cette question a pris un nouvel intérêt depuis la découverte récente, par M. Ad. Carnot (2), d'une ingénieuse méthode de dosage de l'acide chromique par l'eau oxygénée, et réciproquement, avec réduction simultanée des deux composés. L'analogie de la réaction avec celle de l'acide permanganique m'a engagé à répéter ces expériences ; leur comparaison donne lieu à une discussion qui n'est pas sans intérêt.

» En effet, la dose d'oxygène dégagée au moyen de l'acide permanganique (3) est la même : soit que l'on fasse agir l'acide ajouté peu à peu, sur

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 146 (1881), et t. XXVII, p. 229 (1882).

(2) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 948 et 997.

(3) En présence d'un excès d'acide sulfurique ou chlorhydrique, destiné à changer en sel le protoxyde de manganèse qui prend naissance.

l'eau oxygénée en excès; soit que l'on fasse agir l'eau oxygénée, ajoutée peu à peu, sur l'acide permanganique en excès. Chacun des deux corps antagonistes dégage dans la réaction exactement le même poids d'oxygène : ce qui permet d'opérer les deux dosages suivant des proportions exactement réciproques, et ce qui implique la formation d'un composé intermédiaire. En fait, la réaction est précédée par la formation d'un tel composé, incolore et stable à très basse température. La décoloration de la liqueur indiquant l'existence d'un sel de protoxyde de manganèse, le composé intermédiaire paraît devoir être regardé comme du trioxyde d'hydrogène, HO^3 (ou H^2O^3 en atomes), résultant de l'oxydation du bioxyde par l'acide permanganique. Mais, dès que la température s'élève, il se détruit en dégageant à l'état libre l'oxygène excédant sur l'eau et le sel de protoxyde de manganèse; c'est ce même oxygène que l'on observe tout d'abord, en opérant la réaction à la température ordinaire.

» Je me suis demandé jusqu'à quel point les mêmes relations et les mêmes vues seraient applicables à la réaction opérée entre l'acide chromique et l'eau oxygénée. Exposons d'abord les faits. J'ai observé que les deux actions inverses [1] ne sont pas réciproques, et que la dose d'oxygène dégagée par l'acide chromique n'est ni la même dans les deux cas, ni toujours identique à celle de l'eau oxygénée. Celle-ci varie d'ailleurs suivant les conditions et la concentration, quoiqu'elle puisse être réglée pour des circonstances comparatives bien définies, de façon à donner des résultats analytiques exacts. J'ai opéré les réactions en partant de liqueurs renfermant un demi-équivalent ou 1 équivalent au litre, mais étendues de 60 à 100 fois leur volume d'eau au commencement de la réaction.

» I. On verse l'eau oxygénée goutte à goutte dans le bichromate en excès. $10^{cc},0$ d'une solution de bichromate ($Cr^2O^7K = 4^{lit}$), contenant $0^{gr},250$ d'acide chromique, ont été étendus d'abord avec 20 à 25 volumes d'eau, avec addition d'acide chlorhydrique, puis on a ajouté l'eau oxygénée étendue. On opérait vers 12°. La réaction est un peu lente; son terme répondait à 44 divisions de la burette. M. André, qui a opéré de son côté, sur ma demande, a trouvé la même limite. Elle a été obtenue pareillement, soit en versant l'eau oxygénée goutte à goutte, soit en ajoutant d'un seul coup les neuf dixièmes de la dose nécessaire et en terminant ensuite goutte à goutte.

---

[1] Toujours en présence d'un excès notable d'acide chlorhydrique, afin de permettre la saturation de la potasse du chromate employé et celle de l'oxyde de chrome formé.

» D'autre part, l'eau oxygénée a été titrée avec du permanganate (titré lui-même par la pesée de ce sel absolument pur). J'ai trouvé ainsi, tout calcul fait, que :

Le bichromate ayant perdu dans la réaction un poids d'oxygène égal à..	0gr, 136
L'eau oxygénée avait abandonné..	0gr, 149

» Le rapport est celui de 1 à 1,10.

» L'eau oxygénée a dégagé environ un dixième d'oxygène en plus, dans les conditions des essais précédents. Cet excès est attribuable, comme il sera dit, à la formation temporaire d'un peu d'acide perchromique. Il peut d'ailleurs être abaissé; car, dans quelques essais, dont l'un fait avec une liqueur 5 fois aussi diluée, je l'ai trouvé seulement de 0gr, 003 et 0gr, 004, c'est-à-dire de 2 à 3 centièmes.

» Au contraire, si l'on opère avec des liqueurs plus concentrées, par exemple étendues seulement avec 1 ou 2 volumes d'eau (au lieu de 20 à 25 volumes), il se produit presque aussitôt une vive effervescence, et la réaction est terminée en quelques minutes; mais la proportion d'acide chromique réduite par une dose donnée d'eau oxygénée est moins considérable.

» II. On verse le bichromate goutte à goutte dans l'eau oxygénée en excès. Mêmes dilutions et conditions que ci-dessus. La réaction est extrêmement lente et son terme difficile à atteindre et à définir. Elle répondait, dans les conditions de nos essais, de 152^{div} à 163^{div} de la burette. Tout calcul fait, dans ces conditions :

Le bichromate a perdu un poids d'oxygène compris entre....	0gr, 091 et 0gr, 097
L'eau oxygénée abandonnant............................	0, 149

» Le rapport est celui de 1 à 1,52 à 1,63, dans les conditions des essais précédents. Avec un autre échantillon d'eau oxygénée contenant du chlorure de baryum (préparé par BaO^2 pur + HCl étendu), j'ai trouvé le rapport 1 : 1,60.

» La réaction étant ici fort ralentie, j'avais espéré pouvoir isoler la phase qui répond à la première formation de l'acide perchromique, en opérant dans le calorimètre, nécessairement avec des liqueurs plus concentrées; mais cette fois encore le phénomène a été de trop courte durée pour se prêter à des mesures.

» On voit par ces observations que les deux dosages opposés de l'eau oxygénée par l'acide chromique, et de l'acide chromique par l'eau oxy-

génée, ne sont pas réciproques. On ne saurait donc, sans risque d'erreur, dépasser le terme de la réaction, puis rétrograder à l'aide d'un excès du réactif antagoniste, ainsi qu'il est permis de le faire avec le permanganate. L'emploi d'une quantité notable de l'un des deux réactifs, ajoutée d'un seul coup, en proportion suffisante d'ailleurs pour une réaction totale, est possible dans des liqueurs très étendues, à cause de la lenteur des réactions. Mais, dans des liqueurs concentrées, ce mode d'opérer pourrait déterminer sur certains points la présence d'un excès momentané de réactif, qui changerait le caractère de la réaction : dans un tel cas, il ne serait pas indifférent d'ajouter la liqueur goutte à goutte, ou tout d'un coup.

» Revenons maintenant à l'interprétation théorique des phénomènes, ce qui était l'objet essentiel de ma recherche.

» D'après les faits précédents, en présence d'un excès d'acide chromique, la proportion d'oxygène dégagée par cet acide dans des liqueurs très étendues est à peu près la même que par l'eau oxygénée. C'est donc la même relation que dans la décomposition de l'acide permanganique. Elle répond en fait à la réaction suivante (l'oxyde de chrome s'unissant d'ailleurs à l'acide chlorhydrique) :

$$Cr^2O^6 + 3HO^2 = Cr^2O^3 + O^6 + 3HO.$$

» Ces nombres ne répondent pas à la formation d'un composé proprement dit des deux corps ; mais il est permis d'admettre ici la même théorie que pour l'acide permanganique, c'est-à-dire l'oxydation de l'eau oxygénée par l'acide chromique, avec production temporaire d'un peroxyde d'hydrogène, contenant deux fois autant d'oxygène disponible que l'eau oxygénée. La réaction est accompagnée par un dégagement de chaleur considérable, soit $+45^{Cal},6$ (1) ; en tant que somme de trois effets :

	Cal
Cr^2O^6 étendu $= Cr^2O^3$ précipité $+ O^3$	$-5,3$
Cr^2O^3 précipité $+ 3HCl$ étendu $= Cr^2Cl^3$ étendu $+ 3HO$..	$+18,5$
$3HO^2$ diluée $= 3HO + O^3$	$+32,4$

» L'acide chromique, qui se trouve constamment en excès dans ce mode d'opérer, détermine le caractère du phénomène.

» Au contraire, en présence d'un excès d'eau oxygénée constamment

(1) Voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. I, p. 108.

maintenu, l'acide perchromique subsiste davantage, sans doute en raison de la formation du composé spécial étudié par M. Moissan : c'est alors cet acide qui sert de pivot au phénomène, lequel rentre dans le type observé avec l'acide permanganique.

» En effet, on a alors les équations suivantes. L'acide chromique est changé d'abord entièrement en acide perchromique par $1^{éq}$ d'eau oxygénée :

$$Cr^2O^6 \text{ étendu} + HO^2 = Cr^2O^7, HO \text{ étendu}.$$

Puis le dernier acide est ramené à l'état d'oxyde de chrome (lequel s'unit à l'acide chlorhydrique), en même temps que l'eau oxygénée perd une quantité égale d'oxygène :

$$Cr^2O^7 + 4HO^2 = Cr^2O^3 + O^8 + 4HO;$$

ou plus exactement :

$$Cr^2O^7, HO \text{ étendu} + 4HO^2 + 3HCl \text{ étendu} = Cr^2Cl^3 \text{ étendu} + O^8 + 8HO.$$

Le rapport entre l'oxygène perdu par l'acide chromique initial et celui que dégage l'eau oxygénée, se trouve dès lors celui de 3 : 5 ou 1 : 1,66; ce qui répond sensiblement aux données de l'expérience (sauf un léger déficit attribuable à la production de la réaction précédente sur quelques points). La réaction se trouve ainsi rendue parallèle à la réaction entre l'acide permanganique et l'eau oxygénée. La même interprétation lui est dès lors applicable, c'est-à-dire la désoxydation de l'eau oxygénée par l'acide perchromique, avec formation du trioxyde d'hydrogène, qui réunit tout l'oxygène des deux corps, mais pour se détruire aussitôt.

» Le phénomène total répond à un dégagement de chaleur qui surpasse de $+ 21^{Cal},6$ le précédent, soit en tout $+ 67^{Cal},2$. Une même théorie demeure ainsi vérifiée dans ces différents phénomènes.

» Quelques mots maintenant sur les conditions thermiques qui président au renversement de ces réactions, c'est-à-dire à la réduction de l'acide chromique à l'état d'oxyde chromique par l'eau oxygénée et à la formation inverse d'un chromate au moyen de l'oxyde chromique et de l'eau oxygénée, phénomène très intéressant et observé par M. Ad. Carnot. Ce renversement est, comme il arrive en général, la conséquence des principes thermochimiques, les deux actions inverses étant toutes deux accompagnées par un dégagement de chaleur; lequel résulte des énergies complémentaires, mises en jeu par la présence d'un acide dans un cas,

d'un alcali dans l'autre : c'est ce que l'on appelait autrefois les *affinités prédisposantes*, avant l'époque où j'en ai donné l'interprétation thermochimique.

» Soit d'abord la réduction de l'acide chromique à l'état de chlorure de chrome : cette réduction est due principalement à la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde de chrome; car, si la formation de cet oxyde

	Cal
$2CrO^3 = Cr^2O^3 + O^3$, absorbe	$-5,3$
Sa réaction sur l'hydracide étendu, $Cr^2O^3 + 3HCl$ étendu, dégage	$+18,5$
La réaction totale est donc exothermique	$+13^{Cal},2$

» Aussi s'effectue-t-elle directement, lorsqu'on fait bouillir l'acide chlorhydrique avec l'acide chromique (le dégagement d'oxygène pouvant d'ailleurs être remplacé par celui du chlore, en raison de la présence de l'acide chlorhydrique). L'addition de l'eau oxygénée au système fait intervenir l'énergie complémentaire qui répond à sa chaleur de décomposition, c'est-à-dire $+10^{Cal},8 \times 3$, ou $+10^{Cal},8 \times 5$; suivant les diverses conditions définies ci-dessus. Cette énergie additionnelle a pour effet d'abaisser la température initiale de la réaction et de l'accélérer; en vertu d'une relation très générale en Chimie, bien qu'elle n'ait pas le caractère d'une loi absolue.

» Venons à la réaction inverse, c'est-à-dire à la transformation de l'oxyde de chrome en chromate, en présence des alcalis :

	Cal
$Cr^2O^3 + O^3$ dégage ici	$+5,3$
Cr^2O^6 étendu $+ 2KO$ étendue	$+24,8$
Total	$+30^{Cal},1$

» La réaction est donc aussi exothermique. Elle ne paraît s'effectuer d'elle-même qu'à une température élevée; mais l'énergie complémentaire due à l'intervention de l'eau oxygénée abaisse, cette fois encore, la température initiale.

» Des considérations analogues, et que le lecteur suppléera aisément, s'appliquent à la peroxydation des sels de protoxyde de fer, seuls ou en présence de l'eau oxygénée, dans une liqueur soit acide, soit alcaline. Il en est de même pour la réduction des oxydes supérieurs du manganèse dans un milieu acide et avec le concours de l'eau oxygénée, opposée à la suroxydation du protoxyde de manganèse, dans un milieu alcalin, soit par l'oxygène pur, soit avec le concours de l'eau oxygénée. Tous ces phéno-

mènes inverses s'expliquent aisément par la Thermochimie et ils constituent de nouvelles et frappantes preuves expérimentales à l'appui du principe du travail maximum. »

HYDRAULIQUE. — *Sur une machine hydraulique à tube oscillant, exécutée en Angleterre.* Note de M. **Anatole de Caligny.**

« L'application des vannes cylindriques ou des soupapes de Cornwall aux machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes, fonctionnant au moyen d'une chute d'eau, m'a permis depuis très longtemps d'en exécuter sur une fort grande échelle, parce que *les sections transversales ne sont jamais bouchées*. Il faut cependant tenir compte de ce que, les orifices étant graduellement étranglés, la colonne liquide, par la raison même qu'elle a la liberté de s'élever au-dessus de l'orifice annulaire, occasionne nécessairement une augmentation de vitesse latérale, d'autant plus grande que l'orifice est plus près de se fermer complètement.

» Quand on regarde par le sommet d'un tube vertical mobile de grandes dimensions des appareils dont il s'agit, on voit monter l'eau à une hauteur généralement notable au-dessus du niveau du bief d'aval lorsqu'il retombe sur son siège. De sorte qu'il est utile, en général, de disposer les appareils de manière à obtenir une oscillation en retour ou de décharge.

» Si comme je l'avais proposé, avant d'avoir trouvé les phénomènes de succion à contre-courant qui permettent de simplifier toute cette partie de l'Hydraulique, on employait, dans quelques circonstances, un moteur extérieur quelconque pour faire fonctionner un tube mobile ou une soupape annulaire, on gagnerait il est vrai du temps, parce que l'inertie d'une colonne liquide assez longue permettrait de faire sortir convenablement la quantité d'eau dont il s'agit; mais on perdrait de la force vive par la descente de cette eau en pure perte au bief d'aval.

» Il est intéressant d'examiner ce qui se présenterait dans le cas où l'on ferait arriver l'eau contre un *matelas* d'air, alternativement comprimé et détendu comme dans le bélier hydraulique. Cela dépend de la hauteur à laquelle on veut élever l'eau au-dessus du niveau du bief d'amont. Il est clair que, pour les très grandes hauteurs, la colonne d'eau, repoussant ce matelas, rencontrera une résistance d'autant plus grande que la hauteur de l'eau à élever sera plus considérable, puisque l'oscillation en retour sera causée dans ce cas par une pression d'air beaucoup plus importante.

On conçoit en effet que la course de l'eau contre ce matelas d'air, beaucoup plus fortement comprimé, sera bien moindre que pour des élévations d'eau médiocres. Il était donc intéressant de trouver un moyen d'employer pour ces grandes hauteurs le principe précité, qui permet de diminuer les inconvénients du bélier, en laissant à l'eau la liberté de monter convenablement au-dessus de la soupape annulaire.

» J'avais, il est vrai, parlé dans mes Mémoires d'un procédé pour ne comprimer au besoin qu'une partie de la colonne d'air, dont il fallait augmenter la tension par un de mes appareils à colonne liquide oscillante, en laissant sortir librement une autre partie de cette colonne au moyen d'une soupape alternativement fermée par un flotteur; mais je n'avais pas signalé l'opportunité de se servir de cette soupape uniquement dans le but d'employer le principe précité, tout en évitant d'augmenter, autant qu'on le ferait sans cela, les vitesses latérales résultant du mode d'ascension de l'eau contre un matelas d'air.

» M. Pearsall, membre de la Société des ingénieurs civils d'Angleterre et de la Société américaine des ingénieurs des Mines, a eu l'idée d'employer aussi une soupape à air alternativement fermée au moyen d'un flotteur pour permettre de faire évacuer l'air d'un bout de tuyau, disposé au-dessus de la soupape annulaire, de manière à pouvoir profiter du principe précité, qui permet d'éviter les coups de bélier, même en employant une seule grande soupape cylindrique, au lieu de plusieurs soupapes ordinaires, proposées par Montgolfier, au nombre de sept, pour utiliser la chute motrice de Marly. M. Pearsall reconnaît avec la plus parfaite loyauté que j'avais employé bien avant lui le principe dont il s'agit. Voici même les propres expressions dont il s'est servi :

» J'ai substitué une chambre d'où l'air peut sortir librement à la place de votre tube ouvert, évidemment l'un est le corollaire de l'autre, sans que j'aie connu mon prédécesseur. L'un est bon pour les petites hauteurs, et l'autre pour les grandes.

» Il a aussi construit un compresseur où la force vive est emmagasinée par l'écoulement de l'eau motrice au bief d'aval, au moyen d'une soupape annulaire disposée comme celle dont je viens de parler. Il a trouvé que le rendement était plus grand pour ce compresseur que pour l'appareil élévatoire.

» Dans les expériences que j'ai faites sur un compresseur à soupape annulaire automotrice, je n'ai pas trouvé de différence entre son rendement et celui de l'appareil considéré comme élévatoire sans aucun réservoir

d'air. Cependant, le chemin parcouru par les résistances passives étant moindre, j'avais pensé que cela pouvait venir de quelque défaut d'exécution, et je me propose de recommencer. Je n'avais d'ailleurs augmenté la tension de l'air que d'environ $1^{atm},50$, la chute motrice étant d'environ $0^{m},80$. La soupape à air employée par M. Pearsall modifie en principe l'état de la question, parce que, dans le compresseur précité tel que je l'avais exécuté, la compression de l'air est commencée *quand la soupape annulaire se ferme,* de sorte qu'il y a une cause pour que sa réaction augmente la vitesse de sortie de l'eau pendant l'étranglement graduel de cet orifice, plus que dans le cas où l'air s'échappe librement jusqu'à ce qu'il soit fermé.

» Il est assez difficile de calculer rigoureusement *a priori* le degré d'avantages résultant de la remarque faite par M. Pearsall sur la propriété de la soupape à air d'évacuation alternative.

» Il résulte de mes expériences sur le mouvement de l'eau dans les coudes brusques des canaux découverts que l'écoulement ne se fait pas d'une manière bien sensible dans une partie du coude. Ainsi, quand la soupape annulaire se ferme, le cas est très différent de ce qui se présente lorsqu'elle le fait en se levant, au lieu de le faire en se baissant. Dans le premier cas, une partie de son chemin est parcourue sans qu'il en résulte une augmentation bien sensible de la vitesse de sortie dans l'orifice étranglé. Le calcul dépend aussi des dimensions du matelas d'air. Il est certain d'ailleurs que la propriété de la soupape à air d'évacuation remarquée par M. Pearsall mérite d'être signalée. Voici quelques documents qu'il m'a envoyés.

» Il a exécuté des appareils à élever l'eau sous la forme dont il s'agit sur une assez grande échelle et se propose d'en exécuter un plus en grand à Colorado, en Amérique. Il en a construit deux en Angleterre : l'un à Saint-Mary-Cray; la chute motrice est de $2^{m},44$; elle fournit par minute 3178^{lit}, la quantité d'eau élevée étant de 168^{lit}; l'élévation est de $30^{m},48$, le diamètre du tuyau est $0^{m},3048$.

» L'autre machine, construite à Wolverhampton, a une chute motrice de $6^{m},10$, fournissant 4541^{lit} par minute, la quantité d'eau élevée étant de 317^{lit}, à une hauteur de $60^{m},90$; le diamètre du tuyau est le même que celui de la précédente. Il m'écrit que, d'après ses dernières expériences, le rendement est de 70 pour 100, tandis qu'il est de 75 pour le compresseur.

» Ne connaissant pas alors les phénomènes de succion que j'ai trouvés, il a ajouté aux appareils qu'il a construits une complication dont je l'ai engagé à se débarrasser. Il fait fonctionner la soupape annulaire, sans oscillation en retour de la colonne liquide, au moyen d'une petite machine à air comprimé, en se servant d'une partie de l'air contenu dans le réservoir d'air comprimé d'avance qui soutient la colonne d'ascension. Cela évite une perte de temps et une petite perte de force vive provenant des résistances passives pendant cette oscillation en retour.

» Il paraît que, dans les limites des quantités d'eau qu'il a employées à chaque période, la perte de force vive, provenant de ce que l'eau motrice redescend *librement* au bief d'aval, n'est pas importante. Cependant, on peut disposer la forme du tuyau ménagé au-dessus de la soupape annulaire de manière que l'eau, après en avoir chassé l'air par la soupape d'évacuation alternative dont il s'agit, monte, quand cette soupape est fermée, dans un bout de tuyau prolongé latéralement et fermé par le sommet. Il est donc facile d'obtenir une oscillation en retour en utilisant la soupape à air précitée, de manière à supprimer le petit moteur à air employé par M. Pearsall, soit pour une machine élévatoire, soit pour un compresseur.

» En résumé, l'application de la soupape annulaire, qui permet de construire des appareils de ce genre, avec des dimensions même bien autrement considérables que celles des appareils construits par M. Pearsall, en évitant des coups de bélier, a reçu une *nouvelle confirmation* de son utilité par la remarque qu'il a faite sur la possibilité de l'employer plus avantageusement pour l'élévation de l'eau à de grandes hauteurs. Sous cette forme, les appareils peuvent être encore présentés dans la classe de ceux auxquels M. le général Poncelet m'a conseillé de donner le nom d'*anti-béliers*.

» J'ai, en 1846, donné le principe de la théorie qui permet de calculer les dimensions conduisant au maximum de rendement de toutes les machines de ce genre [1]. »

---

[1] *Voir* l'Extrait du procès-verbal de la séance de la Société philomathique de Paris du 8 août 1846 (*Journal de l'Institut*).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations faites au sommet du mont Ventoux sur l'intensité calorifique de la radiation solaire.* Note de MM. **A. Crova** et **Houdaille**.

« Nous nous sommes proposé de chercher si l'intensité de la radiation solaire subit, à une altitude de 1900^m, des variations diurnes analogues à celles que nous avons observées à Montpellier, et si, des courbes enregistrées à cette altitude, on peut déduire une valeur de la constante solaire plus exacte que celles que l'on obtient par le calcul des courbes tracées au niveau de la mer.

» Nous avons choisi comme station d'observation le sommet du mont Ventoux, dont l'altitude est de 1907^m au sommet du pic. Ce sommet présente, par son isolement, et par le voisinage d'une station voisine, le village de Bedoin dont l'altitude est de 309^m et la distance horizontale au sommet du Ventoux de 9840^m, des conditions très favorables aux comparaisons des intensités calorifiques à des altitudes différant de près de 1600^m; l'installation de l'observatoire du mont Ventoux à une altitude de 1900^m nous permettait de disposer nos instruments d'observations dans d'excellentes conditions (1).

» La structure géologique du Ventoux est très favorable à cet ordre de recherches; son massif, formé de calcaire néocomien profondément fissuré, laisse écouler très rapidement les eaux dans le bassin souterrain de la fontaine de Vaucluse (2). Le sol y est donc toujours dans un état de sécheresse favorable aux observations actinométriques.

» Les observations ont été faites sous les auspices de l'Association française pour l'avancement des Sciences, qui nous a donné les moyens de poursuivre ce travail; qu'il nous soit permis de l'en remercier ici.

» Les appareils et les méthodes qui nous ont servi dans ce travail ont été

(1) Nous adressons nos remercîments à M. l'ingénieur en chef Bouvier, Président de la Commission météorologique de Vaucluse, qui a mis à notre disposition toutes les facilités d'installation désirables.

(2) Bouvier, *La Fontaine de Vaucluse*, Volume de la *Session à Montpellier de l'Association française*, p. 348. — Pamard, *L'Observatoire du mont Ventoux*, même Volume, p. 501. — Voir aussi la thèse de M. Leenhardt, *Sur la géologie du mont Ventoux*.

déjà décrits par l'un de nous (¹); mais la violence du vent à cette station nous a obligés de modifier l'installation de l'actinomètre.

» 1° L'actinomètre, monté équatorialement, était directement actionné par un mouvement d'horlogerie robuste, dont la marche était réglée sur celle de l'enregistreur de M. Mascart, qui, placé dans une chambre noire, inscrivait photographiquement la courbe; protégé par une enveloppe en tôle, il était fixé à demeure sur le bord même du talus de la plate-forme de l'observatoire exposé au midi, à 25^m en avant de l'édifice, et relié par une ligne souterraine de 25^m avec le galvanomètre placé dans la chambre noire, en face de l'enregistreur. L'appareil est resté en fonction du 29 juillet au 12 septembre 1888, sans subir le plus léger dérangement; nous avons pris simplement la précaution de recouvrir d'une enveloppe de tôle en temps de pluie. Nous avons obtenu, pendant cet intervalle, 30 courbes, dont 7 ont présenté des parties assez régulières pour que nous ayons pu les calculer.

» 2° Nous avons fait, avec l'actinomètre décrit par l'un de nous [2], de nombreuses observations, destinées au contrôle de l'enregistreur et à obtenir aussi des séries diurnes complètes.

» 3° Quand la présence simultanée de deux observateurs et l'état du ciel l'ont permis, nous avons fait des séries conjuguées d'observations à Bedoin et au Ventoux.

» 4° Enfin, quoique la distance du Ventoux à Montpellier (129^{km}) ne puisse autoriser des comparaisons exactes, nous avons obtenu de notre enregistreur de Montpellier, pendant la même période, 29 courbes dont la comparaison avec celle du Ventoux présente quelque intérêt.

» Nous avons aussi fait des observations régulières de la polarisation de la lumière bleue du ciel, au moyen du photopolarimètre de M. Cornu [3].

» L'analyse spectrale de la lumière bleue du ciel a été faite au moyen du spectrophotomètre publié par l'un de nous [4] et convenablement modifié.

» Les observations météorologiques étaient faites régulièrement au Ventoux par M. Blanc, et à Montpellier par M. Mazade, qui a bien voulu aussi venir faire des observations actinométriques au Ventoux. Le temps solaire vrai était donné par un chronomètre solaire de Fléchet.

(¹) A. Crova, *Enregistrement de la radiation solaire* (*Comptes rendus*, t. CI, p. 418; t. CII, p. 962; t. CIV, p. 1231 et 1475). — *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XIV; mai et août 1888.

(²) A. Crova, *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XIX, p. 167.

(³) A. Cornu, *Sur un photopolarimètre*, volume de la *Session à la Rochelle de l'Association française*, p. 253.

(⁴) A. Crova, *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XIX, p. 489.

» Quoique l'été de 1888 ait été exceptionnellement froid et pluvieux, nous avons pu obtenir quelques résultats, dont voici le résumé :

» 1° Les oscillations continuelles de la courbe solaire, déjà observées à Montpellier, se produisent aussi au sommet du Ventoux, mais avec une amplitude *moindre*, et sans synchronisme avec elles. Cette dernière circonstance s'explique par la distance et la différence de situation des deux stations.

» 2° La dépression de midi, observée presque constamment à Montpellier, s'accuse très nettement au Ventoux, où elle est au moins aussi prononcée qu'à Montpellier; il est donc évident qu'elle est bien due à la migration verticale diurne de la vapeur d'eau, et non à l'influence du voisinage de la mer.

» Nos courbes ont été calculées au moyen des formules adoptées par l'un de nous, dans ses travaux antérieurs; les épaisseurs atmosphériques ont été calculées au moyen de la formule de Laplace, en les ramenant à l'unité de masse comptée verticalement à partir du niveau de la mer; pour cela, elles ont été multipliées par $\frac{H}{760}$. Les différences entre le calcul et l'observation sont de l'ordre des millièmes de calorie.

» Les calculs de la constante solaire et de la transmissibilité ont été faits au moyen des formules

$$y = \frac{Q}{(1+x)^p}, \qquad T = e^{\frac{-p}{1+x}}, \qquad T_0 = e^{-p},$$

dans lesquelles y est l'intensité calorifique correspondant à l'épaisseur x, T la transmissibilité quand la radiation a traversé l'épaisseur x, et T_0 la transmissibilité initiale pour $x = 0$.

» Voici les résultats du calcul de 7 courbes du Ventoux, 2 de Bedoin, et 8 de Montpellier; la colonne *polarisation* donne la moyenne des observations de la fraction de lumière polarisée, contenue dans la lumière diffusée par un point du ciel situé dans le vertical du Soleil, à 90° de celui-ci.

Observations du Ventoux, déduites des courbes enregistrées.

Dates.	Q. (c)	p.	T_0.	Polarisation.
13 août	2,903	0,738	0,476	»
19 »	2,735	0,532	0,584	0,664
16 »	2,708	0,557	0,571	0,664
12 »	2,393	0,417	0,660	0,646
3 septembre..	2,187	0,569	0,562	0,601
23 août	1,985	0,467	0,629	0,591
14 »	1,972	0,529	0,589	0,556

» Une série complète du 28 août, faite au moyen d'observations discontinues, a donné

$$Q = 1,971, \qquad p = 0,447, \qquad T_0 = 0,640.$$

Observations de Bedoin, déduites de déterminations discontinues.

Dates.	Q.	p.	T_0.
23 août	c 1,943	0,545	0,557
28 »	1,888	0,526	0,590

Observations de Montpellier, déduites de courbes enregistrées.

9 septembre	2,576	0,496	0,610
19 août	2,513	0,449	0,636
16 »	2,262	0,546	0,579
28 »	2,200	0,446	0,640
13 »	1,997	0,552	0,575
3 »	1,936	0,517	0,599
9 »	1,934	0,463	0,630
3 septembre	1,927	0,381	0,680

» Les valeurs de Q obtenues à Bedoin sont trop faibles, ayant été déduites d'observations discontinues, qui donnent, en général, des intensités un peu moindres; mais les valeurs de T sont toujours comparables, car elles ne dépendent que des rapports d'intensités.

» 1° La constante solaire peut donc atteindre, à l'altitude de 1900^{m}, une valeur très voisine de 3^{cal}, à laquelle conduisent les remarquables travaux de M. Langley [1]. Nous avons lieu de croire que la méthode de l'enregistrement, appliquée à des altitudes plus grandes, pourrait donner des valeurs un peu supérieures même à 3^{cal}, ce qui modifierait dans une certaine mesure les valeurs acceptées jusqu'à ce jour [2].

---

(1) Langley, *Researches on solar heat, etc.* (*A Report of the mount Whitney expedition*. Washington, 1884).

(2) Remarquons que ce sont toujours les valeurs les plus élevées qui sont les plus probables, l'absorption et la diffusion atmosphériques faisant entièrement disparaître les radiations les plus absorbables dans une proportion variable avec l'état de l'atmosphère. Nous pensons que la réflexion à la surface de couches de cirrhus très élevées peut aussi rendre compte des variations de Q; nous avons, en effet, constaté fréquemment, même par de fortes intensités calorifiques, des halos solaires persistants, très visibles au sommet du Ventoux, mais que l'illumination de l'atmosphère, plus grande à de basses altitudes, y rend complètement invisibles.

» 2° La transmissibilité initiale T_0 augmente généralement quand la constante solaire diminue, c'est-à-dire quand les radiations qui nous arrivent ont été privées d'une partie des radiations les plus absorbables; elle est généralement moindre aux grandes altitudes.

» 3° La polarisation du ciel paraît, en général, augmenter avec la constante solaire et par de faibles transmissibilités; à cet égard, le degré de polarisation fournit des données très utiles pour apprécier le degré de transparence calorifique de l'atmosphère. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers butyliques mixtes et proprement dits.* Note de M. E. **Reboul**.

« Des recherches entreprises depuis deux ou trois ans sur l'isomérie dans la série butylique m'ont accidentellement amené à examiner celle qui concerne particulièrement les éthers butyliques mixtes et proprement dits. La théorie prévoit dix de ces composés. Or on n'en connaît que deux : l'éther butylique diprimaire normal de MM. Lieben et Rossi, et l'éther disecondaire de M. Kessel : il ne faut pas compter l'éther diisobutylique décrit par Wurtz, puis par Puchot, et qui n'est, comme on le verra plus loin, qu'un mélange d'isodibutylène et d'alcool isobutylique. La méthode générale de Williamson échoue-t-elle dans presque tous les cas, puisqu'elle semble n'avoir fourni qu'un seul de ces dix composés, l'éther diprimaire normal, ou bien n'a-t-elle donné que des résultats douteux par suite de la transformation qu'éprouvent dans certaines conditions les composés butyliques isomères les uns dans les autres? J'ai pensé qu'il y avait intérêt à élucider cette question et à combler cette lacune.

» I. J'ai commencé par préparer les dérivés monosodés des quatre alcools butyliques. Ils sont faciles à obtenir par l'action directe du sodium qu'on entretient à la température d'ébullition, jusqu'à refus, dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant qui y fait refluer les vapeurs condensées et garantit du contact de l'air. Les alcools employés étaient purs [1]. L'attaque marche très bien avec les deux alcools primaires et

---

[1]

L'alcool primaire normal passait à........	116°,5-117°
Le primaire non normal à.......	108°
Le secondaire à	98°-99°
Le tertiaire à	83°,5-84°

l'alcool secondaire; mais avec le triméthylcarbinol elle est presque nulle à froid, et ne peut être poussée bien loin à chaud, le sodium ne tardant pas à se recouvrir d'une enveloppe du dérivé sodé, qui, malgré l'agitation, ne permet pas de dissoudre au bout de trois ou quatre heures plus de 2^{gr} de sodium dans 60^{gr} à 80^{gr} d'alcool.

» Dans ces actions, le liquide plus ou moins épais obtenu à chaud se prend en une masse solide aiguillée par le refroidissement. Rapidement essorée, elle constitue une masse blanche dont la formule brute commune est $C^4H^9, ONa + 2C^4H^{10}O$, le composé sodé retenant deux molécules de l'alcool butylique correspondant, qu'il est facile d'enlever soit dans le vide sur l'acide sulfurique, soit dans un courant d'hydrogène sec ou d'air débarrassé de son acide carbonique et de sa vapeur d'eau, soit en les chauffant au bain d'huile à 200-220°. Dans ce dernier cas, les deux molécules d'alcool de cristallisation disparaissent par une ébullition rapide. Le dérivé sodé obtenu par l'une quelconque de ces méthodes est détruit immédiatement par l'eau en soude hydratée et alcool correspondant, avec son point d'ébullition et ses principaux caractères. Chaque composé sodé, même chauffé à 220°, appartient donc au type primitif. C'est là un point essentiel à établir dès le début.

» Le dérivé sodé de l'alcool tertiaire se sublime à 210°-220° à l'état d'une masse lanugineuse blanche, très légère, composée de fines aiguilles, qui se condense sur les premières parties froides. Celui de l'alcool butylique secondaire donne, dans ces conditions, des traces évidentes de sublimation.

» Exposés à l'air, les dérivés sodés des alcools butyliques sont décomposés rapidement; la vapeur d'eau et l'acide carbonique les scindent en alcool correspondant et hydrate de soude plus ou moins carbonaté suivant la durée du contact. Leur analyse peut se faire, soit en les décomposant par l'acide chlorhydrique étendu, évaporant à sec et dosant le chlorure de sodium formé, soit, plus simplement, en attaquant un poids connu de sodium par un excès de l'alcool, chauffant à 220° et déterminant le poids du dérivé monosodé. On a ainsi toujours trouvé des nombres identiques ou fort rapprochés de la proportion $Na = 23,9$ pour 100 qu'exige la formule.

» II. C'est en faisant agir deux à deux les quatre bromures butyliques sur ces quatre dérivés monosodés que j'ai tenté de préparer les dix éthers butyliques prévus par la théorie. J'en ai obtenu six dont un déjà connu (l'éther diprimaire normal de Lieben et Rossi). Un septième a été préparé

par une autre méthode (éther disecondaire de Kessel). Il en reste trois qui se produiront peut-être dans d'autres conditions.

La réaction principale dans la plupart des cas donne, par double décomposition, entre un bromure butylique et le dérivé monosodé d'un alcool butylique, l'éther cherché et du bromure de sodium. Elle est accompagnée d'une réaction secondaire qui fournit du bromure de sodium, l'alcool butylique correspondant au dérivé monosodé, et un butylène différant du bromure butylique employé par la soustraction d'une molécule d'acide bromhydrique. Cette réaction secondaire à des degrés différents dans six cas devient non seulement prédominante, mais unique ou à peu près, dans les quatre autres.

» Voici la manière générale d'opérer. On chauffe à 100° pendant soixante-dix à quatre-vingts heures en ballon scellé une molécule d'un dérivé monosodé avec un peu moins d'une molécule d'un bromure butylique, afin d'être sûr de détruire complètement ce dernier. On ouvre le ballon, refroidi dans un mélange réfrigérant, et l'on chauffe d'abord dans un bain d'eau chaude en faisant barboter dans du brome les gaz, s'il s'en dégage. Puis on chauffe au bain d'huile et l'on rectifie le liquide condensé par la distillation fractionnée.

1° *Éther butylique diprimaire normal* $\left.\begin{matrix} CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \\ CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \end{matrix}\right> O$. — Il a été obtenu par MM. Lieben et Rossi, en faisant agir le bromure normal sur le dérivé sodé de l'alcool normal. J'ai constaté qu'il se formait aussi dans l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool butylique normal. Son point d'ébullition, 141°, et sa densité à 0°, 0,784, sont bien ceux qui ont été donnés par les savants précités.

» 2° *Éther butylique diprimaire héminormal ou butylisobutylique* $\left.\begin{matrix} CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \\ \left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right> CH\text{-}CH^2 \end{matrix}\right> O$. — C'est un liquide léger, d'une odeur suave d'ananas, ressemblant à celle de l'éther précédent, insoluble ou peu soluble dans l'eau.

» Il bout à 131°,5-132° sous la pression 0,760. Densité à + 15°,5, D = 0,763. Analyse, C = 73,7, H = 13,9 [1]. Chauffé avec une solution concentrée d'acide bromhydrique, il donne les deux bromures correspon-

[1] La formule commune $C^8H^{18}O$ à tous ces éthers exige C = 73,8 pour 100, H = 13,8 pour 100.

dants et de l'eau. Obtenu par l'action du bromure normal (101°) sur le dérivé monosodé de l'alcool isobutylique. Pas de production sensible d'un butylène.

» 3° *Éther butylique primaire normal-secondaire*

$$\begin{matrix} CH^3-CH^2-CH^2-CH^2 \searrow \\ CH^3-CH^2 \searrow CH \nearrow O. \\ CH^3 \nearrow \end{matrix}$$

Liquide mobile, insoluble dans l'eau, d'odeur d'ananas, bouillant à 131°-131°,5 sous la pression 0,760. Densité à 15°, 0,7687. L'analyse a donné C = 73,6 pour 100, H = 14,0 pour 100. L'acide bromhydrique concentré le scinde, à 100°, en bromure normal et bromure secondaire. Obtenu par le bromure normal et le dérivé sodé de l'alcool butylique secondaire. Il ne se produit que très peu d'alcool secondaire et de butylène.

» On retrouve ici pour cet éther, dont le point d'ébullition est à fort peu de chose près le même que celui du précédent, la même anomalie que celle qu'on observe chez les bromure et iodure secondaires qui bouillent sensiblement à la même température que les bromure et iodure isobutyliques.

» 4° *Éther butylique primaire normal-tertiaire* $\begin{matrix} CH^3-CH^2-CH^2-CH^2 \searrow \\ (CH^3)^3CH \nearrow \end{matrix} O.$ — On l'obtient par le bromure normal et le triméthylcarbinol sodé; mais la réaction se fait plus lentement que dans les cas précédents, et il faut prolonger le temps de chauffe pour arriver à la décomposition complète. La rectification du liquide condensé fournit l'éther mixte qui bout à 124°-125° (analyse, C = 73,5 pour 100, H = 13,9 pour 100), et, en outre, du triméthylcarbinol (82°-84°), ainsi qu'un butylène $CH^3-CH^2-CH=CH^2$ qui est l'éthyléthylène, dont le bromure bout à 165°-167°. Cette réaction secondaire est représentée par l'équation

$$\underbrace{(CH^3)^3C-ONa}_{\text{Triméthylcarbinol sodé.}} + \underbrace{CH^3-CH^2-CH^2-CH^2Br}_{\text{Bromure normal.}}$$
$$= \underbrace{(CH^3)^3C-OH}_{\text{Triméthylcarbinol.}} + \underbrace{CH^3-CH^2-CH=CH^2}_{\text{Éthyléthylène.}} + NaBr.$$

» Le point d'ébullition de cet éther mixte, inférieur de 16°-17° à celui de l'éther diprimaire normal (141°), est plus élevé qu'on ne devait s'y

attendre. Différant de celui-ci par la substitution du radical du triméthylcarbinol à celui de l'alcool normal, son point d'ébullition semblait devoir être inférieur du double de la différence observée, l'écart entre les températures d'ébullition des alcools tertiaire et normal étant 33°, des bromures tertiaire et normal, 30°, etc. C'est bien pourtant l'éther mixte en question; car, chauffé pendant quelques heures à 100° avec un excès d'une solution aqueuse concentrée d'acide bromhydrique, il se dédouble en bromure normal bouillant à 101° et bromure tertiaire bouillant à 71°, qu'il est facile de séparer par la distillation fractionnée. Ce mélange des deux bromures peut encore, lorsqu'on le chauffe en tube clos avec de l'eau en excès à 100° pendant trois ou quatre heures, être scindé en bromure normal, qui reste sensiblement inaltéré dans ces conditions, et triméthylcarbinol, qui reste dissous dans l'eau avec l'acide bromhydrique produit, et qu'il est facile de séparer et d'obtenir avec tous ses caractères. »

ASTRONOMIE. — *Sur le Livre nouveau de M.* Hirn, *intitulé : « Constitution de l'espace céleste »*. Note de M. **Faye**.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire du Livre que notre savant Correspondant M. Hirn vient de publier sur la constitution de l'espace céleste et qu'il a dédié à l'un de nos Associés étrangers, S. M. l'Empereur du Brésil. C'est assurément l'un des Ouvrages les plus originaux et les plus intéressants qui aient paru dans ces derniers temps.

» Voici le but que s'est proposé l'auteur. Les physiciens, pour expliquer les phénomènes de la lumière, de la chaleur et de l'électricité, admettent qu'une matière subtile remplit l'espace et y forme un milieu continu, sans limites, parcouru par des ondulations variées, plus ou moins semblables à celles qui, dans l'air, propagent le son. Malgré la variété des conceptions successivement proposées pour la nature de ce milieu éthéré, il est certain que les phénomènes les plus délicats de la lumière reçoivent ainsi une explication frappante.

» D'autre part, les astronomes ont cherché, dans l'étude des mouvements des planètes ou des satellites, si la présence de ce milieu ne serait pas accusée par des traces de résistance. Ils n'ont rien trouvé, même pour les comètes dont la masse est pourtant si faible et le volume si grand. L'étude approfondie des phénomènes cométaires accuse bien l'existence de forces minimes dont la Mécanique céleste n'a tenu jusqu'ici aucun

compte, mais ces forces n'ont rien de commun avec les caractères impliqués dans l'hypothèse d'un milieu résistant.

» C'est pour préciser et renforcer cette contradiction frappante que M. Hirn a entrepris les calculs exposés dans son Livre. Il est arrivé dans cette voie à des conclusions remarquables et parfois fort inattendues. Cherchant, par exemple, à évaluer la densité d'un milieu gazéiforme dont la résistance serait capable de produire une accélération séculaire d'une demi-seconde dans le moyen mouvement de la Lune, il trouve qu'elle répondrait à celle d'un kilogramme de matière disséminée uniformément dans un espace de 975000^{kmq}. Pour m'en faire une idée, le moyen qui s'est présenté à mon esprit a été de comparer cette densité à celle de l'air des appareils si ingénieux où M. Crookes a fait le vide au millionième : eh bien ! le milieu supposé par M. Hirn serait un million de fois plus rare.

» M. Hirn, qui a étudié la question sous toutes ses faces, ne pouvait laisser de côté les effets calorifiques produits par l'interposition d'un milieu sur les astres qui s'y meuvent à grande vitesse. En le supposant gazeux à la manière ordinaire, et en lui attribuant la capacité maximum de ces substances pour la chaleur, il trouve que ce gaz interstellaire acquerrait, par le choc contre la surface de la Lune, une température de 38000°. Or, en calculant la quantité de matière rencontrée par la surface antérieure de la Lune, même avec la densité ci-dessus, je trouve que la Lune serait à chaque minute en contact avec une masse de 600^{kg} à la température de 38000°, température qui s'élèverait à 300000° si le gaz était constitué de particules indépendantes à l'état cinétique.

» Il s'agit ici d'un astre dont la surface, dépourvue d'atmosphère, serait exposée directement à ces actions violentes. Quant aux autres, M. Hirn montre que l'action d'un milieu résistant, si rare qu'on le suppose, ne manquerait pas d'expulser successivement les couches extérieures de leur atmosphère, qui finirait, pour la Terre du moins, par disparaître entièrement.

» Mais je ne saurais donner en si peu de mots qu'une idée bien incomplète de ce Livre, où l'auteur aborde les sujets les plus variés et les plus intéressants au point de vue de la Physique, de la Mécanique et de l'Astronomie. Sans doute, ses conclusions ne seront pas toutes acceptées par tout le monde; mais je suis convaincu que ce Livre, qui est une œuvre aussi consciencieuse que hardie, sera bien accueilli par le monde savant et par tous ceux qui voudront se tenir au courant des points encore contestés dans la Science moderne. »

M. H. **Poincaré** fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé « Théorie mathématique de la lumière; Leçons professées à la Faculté des Sciences de Paris pendant le premier semestre de l'année 1887-1888 ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la détermination des forces élastiques et de leurs lignes d'influence dans les poutres assujetties à des liaisons surabondantes.* Mémoire de M. **Bertrand de Fontviolant**, présenté par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Maurice Lévy, Sarrau.)

« Arc encastré aux naissances. — Soient

C le centre de gravité d'une section arbitrairement choisie;

x et y les coordonnées d'un élément quelconque ds de fibre moyenne par rapport à deux axes, l'un horizontal, l'autre vertical, passant par C;

I le moment d'inertie en cet élément.

» Appelons : 1° *centre fixe de l'arc* le centre O′ de forces fictives parallèles $\frac{ds}{I}$, appliquées tout le long de la fibre moyenne; 2° *centres correspondants au point* C les centres O″ et O‴ de forces fictives $\frac{y\,ds}{I}$ et $\frac{x\,ds}{I}$, appliquées comme les précédentes. Menons les droites O″O‴, O′O‴, O′O″; soient ζ', ζ'', ζ''' les segments de verticales, positifs ou négatifs, interceptés respectivement par ces droites et par la fibre moyenne.

» Théorème. — *Si l'on applique successivement tout le long de la fibre moyenne des forces fictives verticales* $\frac{\zeta'\,ds}{I}$, $\frac{\zeta''\,ds}{I}$, $\frac{\zeta'''\,ds}{I}$, *qu'avec des distances polaires convenablement choisies on construise les trois courbes funiculaires correspondantes, qu'on mène des tangentes aux extrémités de chacune de ces courbes et qu'on limite ces tangentes à la verticale de* C : *les segments de verticales compris entre ces courbes funiculaires et les tangentes y relatives sont respectivement égaux aux ordonnées des lignes d'influence du moment fléchissant et des composantes horizontale et verticale de la résultante de translation des forces élastiques en la section* C.

» Pour toutes les sections de l'arc, les funiculaires des $\frac{\zeta''\,ds}{I}$ et des $\frac{\zeta'''\,ds}{I}$ sont identiques; celle des $\frac{\zeta'\,ds}{I}$ est la seule à tracer pour chaque section.

» On vérifie aisément que la droite $O'O''$ est la *ligne de fermeture de l'arc* et que, par suite, la funiculaire des $\frac{\zeta'' ds}{I}$ est précisément la *ligne de poussée* de M. Maurice Lévy.

» Quand l'arc a un axe de symétrie vertical, il faut remplacer dans le théorème ci-dessus les forces fictives $\frac{\zeta''' ds}{I}$ par des forces $\frac{z''' ds}{I}$, z''' désignant les segments de verticales compris entre la corde de l'arc et une droite la coupant en son milieu sous un angle de 45°.

» *Propriétés des centres.* — Considérant, avec M. Maurice Lévy, la fibre moyenne de l'arc comme une ligne matérielle dont la densité variable est $\frac{1}{I}$, nous démontrons que : *Lorsque le point* C *décrit la fibre moyenne :* 1° *les centres* O'' *et* O''' *correspondants décrivent deux droites fixes issues du centre fixe* O', *lesquelles sont les diamètres respectivement conjugués aux cordes horizontales et aux cordes verticales par rapport à l'ellipse centrale d'inertie de la fibre moyenne;* 2° *la droite mobile* $O''O'''$ *est constamment l'antipolaire de* C *par rapport à ladite ellipse.*

» *Ligne d'influence du coefficient de travail en une section donnée* C. — Cette ligne s'obtient immédiatement par la construction d'une courbe funiculaire de forces fictives verticales $\frac{\zeta ds}{I}$, ζ étant les segments de verticales compris entre la fibre moyenne et une droite facile à tracer dès que les centres correspondants à C sont connus.

» *Variations de température.* — Nous démontrons que *la ligne d'action commune des réactions aux encastrements est le diamètre conjugué à la direction perpendiculaire à la corde de l'arc, dans l'ellipse centrale d'inertie définie plus haut.*

» *Forces extérieures fixes.* — Notre Mémoire contient une méthode de détermination directe du moment fléchissant et des composantes, suivant deux directions rectangulaires arbitrairement choisies, de la résultante de translation des forces élastiques, en une section quelconque donnée.

» Poutre continue. — Soient :

$A_0 A_n$ la poutre;

$A_{k-1} A_k$ une travée quelconque dont F_k est le foyer de droite et F'_k le foyer de gauche;

C le centre de gravité d'une section arbitrairement choisie dans cette travée.

» Appelons : 1° *centre fixe de la travée* le point O_k qui divise dans le

même rapport la longueur de la travée et la distance focale; 2° *centre correspondant à la section* C le point O'_k qui satisfait à la relation anharmonique

$$\frac{O'_k F_k}{O'_k F'_k} \times \frac{O_k F'_k}{O_k F_k} = \frac{CA_{k-1}}{CA_k}.$$

» Cela posé : 1° par O'_k menons une droite inclinée à 45° sur $A_0 A_n$; soient α'_{k-1} et α'_k ses intersections avec les verticales de A_{k-1} et de A_k; partant de α'_k, traçons une ligne polygonale concave dont les sommets α'_k, α'_{k+1}, ... sont sur les verticales des appuis A_k, A_{k+1}, ... et dont les côtés passent par les foyers de droite des travées qui suivent celle $A_{k-2}A_k$; enfin, partant de α'_{k-1}, traçons une ligne polygonale concave dont les sommets α'_{k-1}, α'_{k-2}, ... sont sur les verticales des appuis A_{k-1}, A_{k-3}, ... et dont les côtés passent par les foyers de gauche des travées qui précèdent celle $A_{k-1}A_k$; représentons par z_1 les ordonnées du diagramme ainsi formé; 2° construisons un diagramme analogue en nous servant de O_k au lieu de O'_k; soient z_2 les ordonnées de ce diagramme.

» Théorème. — *Si l'on applique successivement tout le long de la poutre des efforts fictifs* $\frac{z_1\,dx}{I}$, $\frac{z_2\,dx}{I}$, *qu'avec des distances polaires convenablement choisies on construise les deux courbes funiculaires respectivement relatives à ces efforts, qu'on leur mène des lignes de fermeture correspondant à chacune des travées autres que celle* $A_{k-1}A_k$, *et qu'enfin on prolonge jusqu'à la verticale de* C *les lignes de fermeture afférentes aux travées contiguës à celle* $A_{k-1}A_k$: *les segments de verticales compris entre chacune de ces courbes et les lignes de fermeture y relatives sont respectivement égaux aux ordonnées des lignes d'influence du moment fléchissant et de l'effort tranchant développés dans la section* C.

» Pour toutes les sections d'une même travée, les funiculaires des $\frac{z_2\,dx}{I}$ sont identiques; celle des $\frac{z_1\,dx}{I}$ est seule à tracer pour chaque section.

» Systèmes réticulaires. — Les résultats énoncés ci-dessus pour les pièces pleines s'étendent aux systèmes réticulaires plans astreints aux mêmes sujétions; C désigne alors un *nœud* quelconque et la *section* passant par ce nœud; les moments fléchissants sont pris par rapport aux nœuds; les forces fictives infiniment petites $\frac{ds}{I}$, $\frac{y\,ds}{I}$, $\frac{x\,ds}{I}$, $\frac{\zeta'\,ds}{I}$, ... sont remplacées par des forces fictives finies $\frac{s}{Sh^2}$, $\frac{ys}{Sh^2}$, $\frac{xs}{Sh^2}$, $\frac{z's}{Sh^2}$, ... appliquées aux

nœuds, — s désignant la longueur d'une barre, S la section de cette barre, h sa distance au nœud opposé et les quantités $y, x, z', \ldots$ se rapportant aux nœuds. »

M. **J.-J. Gizzi** adresse, de Rome, une Note sur un mécanisme destiné à remplacer les courroies et les roues dentées.

(Renvoi à l'examen de M. Resal.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne communication d'une Note qui lui est transmise par l'Académie royale des Sciences de Turin, concernant le Concours du *septième Prix Bressa*.

Ce concours aura pour but de récompenser le Savant ou l'Inventeur, *à quelque nation qu'il appartienne,* lequel, durant la période quadriennale de 1887-90, « au jugement de l'Académie des Sciences de Turin, aura fait la découverte la plus éclatante et la plus utile, ou qui aura produit l'Ouvrage le plus célèbre en fait de sciences physiques et expérimentales, Histoire naturelle, Mathématiques pures et appliquées, Chimie, Physiologie et Pathologie, sans exclure la Géologie, l'Histoire, la Géographie et la Statistique ».

Ce concours sera clos le 31 décembre 1890.

La somme destinée à ce prix sera de 12000^{fr} (douze mille francs).

Aucun des Membres nationaux résidents ou non résidents de l'Académie des Sciences de Turin ne pourra concourir à ce prix.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de Sir *John Lubbock,* intitulé « On the senses, instincts and intelligence of Animals, with special reference to Insects ». (Présenté par M. A. Milne Edwards);

2° Un « Manuel pratique de Cristallographie », par M. *G. Wyrouboff.*

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1888.

MM. **Ehrmann**, **Ém. Picard**, **G. Renaud**, **Valson** adressent leurs remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Sur les perturbations de la planète* (46) *Hestia, d'après la théorie de M.* Gyldén. Note de M. **Brendel**, présentée par M. Tisserand.

« En appliquant la théorie des perturbations de M. Gyldén à la planète (46) Hestia, j'ai obtenu des résultats qui offrent peut-être quelque intérêt. La planète en question éprouve, en effet, des perturbations très considérables, puisque son moyen mouvement est à très peu près égal au triple de celui de Jupiter.

» Jusqu'à présent je n'ai considéré le mouvement de Hestia que dans son plan osculateur, en poussant les approximations jusqu'aux termes du troisième ordre inclusivement par rapport à l'excentricité; quant aux développements par rapport à la masse de la planète troublante, les approximations ne se font pas comme dans les anciennes méthodes.

» Pour le rayon vecteur de la planète troublée, M. Gyldén a établi la relation

$$r = \frac{a(1-\eta^2)}{1+\rho}$$

où a est une constante représentant la distance moyenne; les variables η et ρ sont des fonctions périodiques de la longitude v comptée dans le plan osculateur. La quantité ρ, qui se détermine par l'intégration d'une équation différentielle du deuxième ordre, souvent mentionnée par les géomètres, est composée de deux parties, (ρ) et R, dont la première est du même ordre que l'excentricité et de la forme suivante

$$(\rho) = \varkappa \cos[(1-\varsigma)v - \Gamma] + \Sigma \varkappa_n \cos[(1-\varsigma_n)v - \Gamma_n],$$

où $\varkappa$ et Γ sont les constantes d'intégration, $\varkappa_n$ et Γ_n d'autres constantes, ς et ς_n de petites quantités constantes, dépendant du mouvement des apsides des planètes troublantes et troublée : la fonction (ρ) contient donc tous les termes que M. Gyldén nomme *termes élémentaires*; on écrit ainsi :

$$(\rho) = \eta \cos[(1-\varsigma)v - \pi],$$

où

$$(\alpha)\quad \begin{cases} \eta\cos\pi = \varkappa\cos\Gamma + \Sigma\varkappa_n\cos[(\varsigma-\varsigma_n)v-\Gamma_n], \\ \eta\sin\pi = \varkappa\sin\Gamma - \Sigma\varkappa_n\sin[(\varsigma-\varsigma_n)v-\Gamma_n], \end{cases}$$

relations par lesquelles se détermine la fonction η.

» Voici les résultats numériques des termes les plus remarquables de (ρ) que j'ai obtenus en profitant des valeurs de ς_1, ς_2, ς_3, Γ_1, Γ_2, Γ_3 trouvées par M. Gyldén pour la théorie des planètes Jupiter, Saturne et Uranus, qu'il a bien voulu me communiquer :

$$\begin{aligned}\eta\cos\pi = \varkappa\cos\Gamma &+ 0{,}04055\cos[(\varsigma-\varsigma_1)v-\Gamma_1] \\ &- 0{,}02398\cos[(\varsigma-\varsigma_2)v-\Gamma_2] + 0{,}00155\cos[(\varsigma-\varsigma_3)v-\Gamma_3].\end{aligned}$$

Pour ς, le mouvement des apsides de Hestia, j'ai trouvé la valeur 0,0001785; ς_1 signifie le mouvement des apsides de Jupiter multiplié par le rapport μ des moyens mouvements de Jupiter et de Hestia, ς_2 et ς_3 sont les quantités analogues, celle-ci par rapport à Uranus et celle-là par rapport à Saturne. L'influence de ces deux planètes n'entre dans les valeurs données que par suite des modifications qu'elles produisent dans le mouvement de Jupiter.

» L'autre partie de ρ, c'est-à-dire R, est de l'ordre de la masse troublante et en voici les termes les plus grands :

$$\begin{aligned}R = &+ 0{,}00661\,A_1\cos[(1-\delta+\varsigma)v+\pi-3B-3\mu U] \\ &- 0{,}00338\,A_2\cos[(1-\delta+\varsigma_1)v+\pi'-3B-3\mu U] \\ &+ 0{,}00327\,A_3\cos[(\delta-2\varsigma)v-2\pi+3B+3\mu U] \\ &- 0{,}00223\,A_4\cos[(\delta-\varsigma-\varsigma_1)v-\pi-\pi'+3B+3\mu U],\end{aligned}$$

où δ est une petite quantité égale à $3\mu-1$ (dans notre cas, $\delta=0{,}01498$), η' et π' sont les fonctions analogues aux précédentes (α) par rapport à Jupiter, B est une constante ; A_1, A_2, A_3, ... sont des quantités dépendant de η et η' et très peu différentes de l'unité ; enfin U une fonction, dont la partie principale est la fonction T que nous allons introduire.

» Pour calculer la relation entre la longitude v et le temps, on emploie l'équation

$$\begin{aligned}n(t-t_0)+\Lambda = v &- 2\eta\cos[(1-\varsigma)v-\pi] \\ &+ (\tfrac{3}{4}\eta^2+\tfrac{1}{8}\eta^4+\ldots)\cos 2[(1-\varsigma)v-\pi] \\ &- (\tfrac{1}{3}\eta^3+\ldots)\cos 3[(1-\varsigma)v-\pi] \pm \ldots + T,\end{aligned}$$

où n désigne le moyen mouvement, Λ la longitude moyenne au temps t_0;

T qui se trouve principalement par des quadratures, est également composé d'une partie élémentaire et d'une autre de l'ordre de la masse troublante.

» Voici la partie de la forme élémentaire qui contient, dans notre cas, des termes d'une grandeur extraordinaire :

$$\begin{aligned} T = &+ 21^\circ,760 \sin[(\varsigma - \varsigma_1)v + \Gamma - \Gamma_1] \\ &- 18^\circ,255 \sin[(\varsigma - \varsigma_2)v + \Gamma - \Gamma_2] \\ &+ 19^\circ,604 \sin[(\varsigma_1 - \varsigma_2)v + \Gamma_1 - \Gamma_2]. \end{aligned}$$

Quant aux termes de T de l'ordre de la masse troublante, le plus grand a la valeur de $6^\circ,2$.

» Ayant trouvé les expressions pour les coordonnées de la planète troublée, il reste à déterminer les quatre constantes d'intégration $\varkappa$, Γ, Λ et n ou a. Pour cela, j'ai tiré du *Berliner astron. Jahrbuch* les différents systèmes d'éléments pour les époques 1865 juillet 26,0, 1880 mars 29,0 et 1886 décembre 3,0, calculés par M. Karlinsky, et en les comparant à mes résultats, j'ai trouvé les valeurs :

	1865.	1880.	1886.	Moyenne.	
$\varkappa$	0,118788	0,118761	0,118826	0,118792	
Γ	$-11^\circ 51' 21''$	$-11^\circ 50' 33''$	$-11^\circ 49' 10''$	$-11^\circ 50' 21''$	Éq. 1880,0
Λ (1880 janv. 0,0)	$509^\circ 53' 16''$	$509^\circ 53' 28''$	$509^\circ 52' 57''$	$509^\circ 53' 14''$	Éq. 1880,0

» Pour déterminer la constante n, j'ai combiné deux à deux les systèmes susdits, et voici le résultat :

	1865 et 1880.	1865 et 1886.	Moyenne.
n	$883'',9400$	$883'',9357$	$883'',9379$
$\log a$	0,4023891	0,4023905	0,4023898

» Toutes ces valeurs diffèrent si peu les unes des autres qu'on peut regarder les expressions mentionnées comme représentant assez exactement le vrai mouvement de Hestia pour un assez grand espace de temps; et si l'on observe que la valeur osculatrice du moyen mouvement peut différer de quelques secondes de la véritable valeur très peu différente de la valeur donnée ci-dessus, on comprend toute la difficulté d'établir la théorie d'après les anciennes méthodes et le progrès réalisé par les méthodes de M. Gyldén. »

ASTRONOMIE. — *Sur un procédé permettant de mettre en évidence la nutation diurne et d'en déterminer les constantes.* Extrait d'une Lettre de M. **Folie** à M. Faye.

« Bruxelles, le 5 janvier 1889.

» Le procédé qui me paraît le plus propre à manifester la nutation diurne et à en déterminer les constantes consiste à observer, à six heures environ d'intervalle, deux étoiles distantes du pôle de 3′ seulement, environ.

» J'ai fait, à Cointe (Liège), quelques observations de cette espèce, les unes le 26 septembre, les autres au commencement de décembre. Il est vraiment surprenant de voir qu'une couple de ces observations suffisent pour vérifier le fait de la nutation diurne.

» C'est ainsi que deux observations des étoiles t de la Carte de Carrington ($Æ = 17^h 26^m$; D.P. $= 3' 12''$) et P ($Æ = 12^h 36^m$; D.P. $= 3' 48''$), faites dans la nuit du 26 au 27 septembre, à $20^h 39^m 36^s$ et à $1^h 25^m 53^s$ t. s. de Cointe, ont donné, pour le coefficient de la nutation diurne, $K = 0'', 19$, et, pour la longitude du premier méridien, $L = 9^h 45^m$ environ à l'est de Paris.

» De même, deux observations de la même étoile P et d'une autre étoile Q ($Æ = 12^h 31^m 10^s$; D.P. $= 3' 45''$), faites dans la nuit du 2 au 3 décembre, ont donné $K = 0'', 45$, $L = 11^h 30^m$ Est de Paris.

» Les observations du 7 au 8 décembre ont donné $K = 0'', 20$, $L = 10^h 30^m$.

» Voilà certes trois résultats qu'on peut considérer comme très concordants, étant donné que chacun est fourni par deux couples d'observations seulement.

» Un quatrième résultat s'écarte des précédents, c'est celui du 4 décembre. La valeur que ces observations ont fournie pour K est $0'', 30$; mais pour L elles ont donné seulement $4^h 21^m$.

» La discordance provient de deux causes : d'abord, la résultante des actions du Soleil et de la Lune était très faible ce jour sur la nutation diurne; ensuite, il n'y avait que quatre heures d'intervalle entre les deux couples d'observations, ce qui affaiblissait encore l'effet de la nutation : circonstances peu favorables à sa manifestation.

» Cette observation peut donc être laissée de côté; il ne reste alors que les trois précédentes, dont les résultats concordants suffisent, ce me semble, non pour déterminer les constantes de la nutation diurne (il faudra pour

cela une série d'observations semblables), mais pour en manifester l'existence avec la dernière évidence.

» Je ne doute pas que d'autres observatoires n'adoptent ce mode d'observation ; j'en communiquerai les détails à M. l'amiral Mouchez, en le priant de bien vouloir l'organiser à l'Observatoire de Paris.

» Le procédé est fort simple. Il consiste à déterminer, au moyen du micromètre, les azimuts d'une étoile très voisine du pôle, à six heures environ d'intervalle. Des deux azimuts observés, on peut déduire la déclinaison apparente de l'étoile pour l'instant moyen entre les deux observations, puis la différence des Æ au commencement et à la fin ; ce qui fournit, en employant les formules de la nutation diurne en Æ, une équation entre les deux inconnues K et L. Si l'on répète la même observation à douze heures d'intervalle de la première, ce qui est facile en hiver, les trois observations donnent deux combinaisons d'observations séparées par un intervalle de six heures, et suffisant pour déterminer K et L. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la stabilité du sol de la France.* Note de M. le général **Alexis de Tillo**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Tout en désirant que l'hypothèse de M. le colonel Goulier, par rapport à l'affaissement du sol de la France, se trouve confirmée, car ce serait là un grand succès scientifique remporté par la Géodésie de précision, je ne puis pourtant me débarrasser de l'avis que ce sont les erreurs systématiques et accidentelles du nivellement Bourdalouë qui portent la discordance du cheminement de Marseille à Lille au nombre de $0^m,78$.

Au lieu des courbes d'égal affaissement annuel moyen du sol [1], il me paraît qu'une petite liste des localités (au nombre d'une centaine), où les deux nivellements ont été rattachés l'un à l'autre, avec les altitudes nouvelles et les altitudes revisées (Bourdalouë), aurait donné à chaque savant la possibilité de scruter les résultats.

» Mon objection à la Note que M. Bouquet de la Grye a publiée aux *Comptes rendus* du 19 novembre est de la même nature que ce qui précède. Pour avoir la mesure du soulèvement ou de l'affaissement d'un port, M. Bouquet de la Grye a groupé les observations des marégraphes de

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVII (20 août 1888).

Brest, de Cherbourg et du Havre en deux parties, et il a obtenu qu'à Brest il y aurait stabilité de terrain, tandis que l'affaissement annuel serait à Cherbourg de 1^{mm} et au Havre de 2^{mm}.

» Dans chaque résultat numérique, c'est l'erreur moyenne qui est le critérium du fait. En analysant les Tableaux de M. Bouquet de la Grye, j'ai obtenu que l'erreur moyenne du niveau moyen annuel est égale pour une année d'observations à :

	mm
A Brest...............................	± 19
A Cherbourg.........................	± 24
Au Havre............................	± 41

» Les observations de Brest sont supérieures à celles de Cherbourg et surtout à celles du Havre.

» En tenant compte de ces erreurs, j'ai trouvé, d'après la méthode des moindres carrés, que l'affaissement annuel de 1^{mm} à Cherbourg est affecté d'une erreur moyenne égale à $\pm 1^{mm}$, et de même que l'affaissement annuel au Havre de 2^{mm} possède une erreur moyenne de près de $\pm 2^{mm}$.

» Puisque l'erreur moyenne des résultats est tout aussi grande que les valeurs à déterminer, il n'y a pas encore lieu de conclure qu'un affaissement existe, d'autant plus que l'inspection des Tableaux prouve que les résultats des observations marégraphiques de Cherbourg, et surtout du Havre, doivent être revisées (1). En prenant seulement pour exemple l'année 1878, il est difficile d'admettre que le niveau moyen de la mer au Havre ait pu être de 95^{mm} au-dessus de la moyenne générale, car cette même année le niveau moyen à Cherbourg a été seulement de 1^{mm} au-dessus du niveau moyen général, et à Brest la moyenne de l'année 1878 a été identique avec la moyenne générale.

» La variation séculaire du niveau moyen de la mer et la stabilité du sol ne pourront être étudiées qu'après une discussion approfondie d'un grand nombre de séries marégraphiques. »

M. **Bouquet de la Grye**, en réponse à la Note de M. *de Tillo*, croit devoir faire remarquer que la méthode des moindres carrés ne lui paraît pas

---

(1) Il serait pratique de comparer les observations françaises avec celles de l'autre côté de la Manche.

devoir être employée dans le cas présent, car les résidus ne résultent pas d'un pur effet du hasard.

« Deux causes, la salure variable de l'eau de mer et sa température, peuvent intervenir pour modifier le niveau moyen apparent, et il n'a pas été possible d'en tenir compte.

» Cette réserve de principe faite, nous pouvons remarquer que les niveaux moyens obtenus pour les deux périodes moyennes de 1868 et de 1881 au Havre, 4,786 et 4,815, n'ont des erreurs apparentes probables que de $10^{mm},5$ et de 7^{mm}; l'affaissement est donc réel et compris dans les valeurs de la formule $\frac{29 \pm 13}{13}$, c'est-à-dire entre 1^{mm} et 3^{mm}.

» On peut grouper les données d'une façon qui peut paraître plus logique, puisque les années comprises entre 1863 et 1870 manquent, en prenant les deux périodes séparées par cet intervalle.

» On a ainsi, d'un côté, une moyenne de 4,782 avec une erreur probable de $5^{mm},9$ et, de l'autre, 4,807 avec une erreur probable de $7^{mm},5$; l'affaissement moyen annuel sera compris entre les résultats donnés par la formule $\frac{25 \pm 9}{16,3}$, soit entre 1^{mm} et 2^{mm}.

» Ainsi les apparences réelles tendent à faire croire à un affaissement du sol pendant les dernières années.

» Il m'a paru utile de rechercher au moyen d'observations antérieures la trace de ce phénomène, sa grandeur devant être d'autant plus notable que l'époque était plus éloignée.

» Malheureusement, en remontant au delà du siècle actuel, si l'on trouve des observations, le repérage des échelles manque et leur utilisation n'est pas possible. Il en a été autrement en ce qui concernait les observations de marées faites par Beautemps-Beaupré, en 1834, au Havre; elles ont duré tout un été et le zéro de son échelle a été déterminé par rapport au quai du gril et aux radiers des écluses de deux bassins, ce qui nous a donné la correspondance avec le zéro du marégraphe actuel.

» En prenant alors toutes les observations de vive eau et de morte eau, en 1834, qui ont permis d'avoir un niveau moyen, et en les comparant avec des niveaux moyens obtenus ultérieurement dans les mêmes circonstances, avec des parallaxes lunaires semblables, on arrive à avoir la correction permettant de passer d'une moyenne isolée à un chiffre moyen annuel. On trouve ainsi en premier lieu 4,341, qui devient après correction 4,593 et peut être alors comparé avec 4,801, résultat moyen pour 1874. L'affais-

sement moyen annuel résulte de la division $\frac{208}{40} = 5^{mm}$ et la grandeur du numérateur exclut toute erreur possible sur les opérations qui l'ont amené.

» Notre conclusion actuelle est donc que le chiffre de 2^{mm} donné pour l'affaissement du Havre, au lieu de s'évanouir, doit être considéré comme trop faible.

» En ce qui concerne Cherbourg, nous pouvons faire les mêmes remarques que ci-dessus; l'affaissement probable est compris entre les valeurs données par la formule $\frac{14 \pm 6}{13}$, c'est-à-dire entre 0,6 et $1^{mm},5$, si l'on s'en tient aux données contenues dans ma Note du 19 novembre 1888.

» Mais nous pouvons encore ici recourir aux cahiers de marées de Beautemps-Beaupré; les observations, ayant duré les deux étés de 1832 et de 1833, fournissent deux séries de niveaux moyens que nous avons toute facilité de comparer à ceux des années 1870 et 1871. Les deux chiffres ainsi obtenus sont 3,625 et 3,626, c'est-à-dire presque identiques, et leur comparaison avec 3,663, moyenne générale afférente à l'année 1872, donne un affaissement moyen annuel de 1^{mm}, qui vérifie encore ce que nous avons indiqué précédemment.

» L'affaissement de la côte nord de la France, indiqué par les géologues, paraît donc ressortir plus nettement encore de ce complément d'information.

» M. de Tillo pense que la moyenne obtenue une année est fautive; j'ai vérifié les calculs, ils sont exacts; la différence doit provenir de l'une des deux causes que nous n'avons point introduites dans les calculs.

» La situation du Havre à l'embouchure d'un fleuve doit d'ailleurs y augmenter l'amplitude des écarts. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1889*. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques ont été poursuivies en 1888 avec les mêmes appareils et d'après les mêmes méthodes que les années précédentes [1]. On s'est assuré, par des graduations faites régulié-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVI, p. 131; 1888.

rement deux fois par mois, que la sensibilité des appareils de variations est restée constante; d'un autre côté, les valeurs correspondant aux repères des courbes relevées au magnétographe de M. Mascart sont vérifiées au moyen de fréquentes mesures absolues, répétées toutes les semaines au moins; le dépouillement des courbes est effectué pour toutes les heures du jour.

» Une légère agitation des barreaux aimantés s'étant manifestée dans la soirée du 1er janvier, les valeurs absolues des éléments magnétiques à cette date ont été déduites de la moyenne des observations horaires obtenues au magnétographe, du 31 décembre à 1h du soir au 1er janvier à midi, période pendant laquelle les variations ont été régulières; on a d'ailleurs rapporté les indications du magnétographe à des mesures absolues faites le 31 décembre et le 2 janvier.

» En comparant ces valeurs à celles qui ont été données pour le 1er janvier 1888, on obtient la variation séculaire des divers éléments en 1888.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1889.	Variation séculaire en 1888.
Déclinaison	15°47′,4	— 4′,7
Inclinaison	65°13′,7	— 1′,0
Composante horizontale	0,19508	+ 0,00028
Composante verticale	0,42275	+ 0,00030
Force totale	0,46559	+ 0,00039

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0° 9′ 23″ de longitude est, et 48° 48′ 34″ de latitude nord.

» *Perpignan.* — L'observatoire de Perpignan, que dirige M. le Dr Fines, est également muni du même magnétographe et d'appareils spéciaux, pour les mesures absolues. Les méthodes d'observation et de réduction sont celles qui ont été adoptées à l'observatoire du Parc Saint-Maur.

Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1889, déduite du dépouillement des courbes de variations du 31 décembre 1888 et du 1er janvier 1889, et rapportées à des mesures absolues faites le 27 décembre et le 3 janvier par M. Cœurdevache, sont les suivantes :

Déclinaison	14°34′,1
Inclinaison	60°19′,2
Composante horizontale	0,22193
Composante verticale	0,38941
Force totale	0,44821

» L'observatoire de Perpignan est situé par 0°32′ 45″ de longitude est et 42° 42′ 8″ de latitude nord.

CHIMIE ANIMALE. — *Contribution à l'étude des ptomaïnes.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (séances du 19 mars et du 4 juin 1888) l'étude d'une ptomaïne que j'avais isolée parmi les produits ultimes de la fermentation bactérienne des poulpes marins. D'après l'analyse de ses sels, d'après plusieurs caractères importants, j'avais pu déterminer cette ptomaïne et la ranger provisoirement dans la série des ptomaïnes pyridiques.

» Afin de pouvoir me prononcer d'une manière définitive, j'ai oxydé cette base par le permanganate potassique, en opérant comme je l'avais fait jusqu'alors pour les alcaloïdes pyridiques proprement dits. A cet effet, une certaine quantité de la ptomaïne récemment distillée a été versée dans une solution étendue de permanganate, et la liqueur a été chauffée au bain-marie. J'ai maintenu la température vers 90°. Au bout de quelques jours, la décoloration était complète; le liquide filtré a été neutralisé par l'acide sulfurique très étendu, puis fortement concentré. J'ai alors précipité par une solution saturée d'acétate de cuivre pur, qui a donné un précipité assez abondant bleu clair.

» Ce sel, lavé, puis décomposé par H^2S, a fourni un acide gommeux qu'il m'a été impossible de faire cristalliser soit dans l'eau, soit dans l'alcool étendu ou concentré. J'ai dû neutraliser la solution aqueuse par la potasse, et précipiter à nouveau par l'acétate de cuivre concentré. Cette seconde opération m'a donné un acide solide, mais cristallisant encore mal ([1]). L'acide était peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool à toute température. Les différentes solutions rougissaient nettement la teinture de tournesol. Il fondait au-dessus de 220°; mais le point de fusion ne s'est jamais élevé jusqu'à 228°, ce qui tenait à la présence d'une impureté très adhérente, comme l'a prouvé l'analyse élémentaire. Celle-ci, d'ailleurs, a donné très sensiblement les rapports voulus pour un acide pyridine-monocarboné ([2]).

» La purification complète étant rendue très difficile, pour ne pas dire

---

([1]) J'ai observé un fait semblable en oxydant à chaud une des lépidines du goudron de houille, au moyen d'une solution étendue de permanganate. L'acide pyridine-carboné obtenu demeura incristallisable malgré de nombreuses purifications, rendues possibles à cause de la quantité relativement considérable du sel de potasse obtenu. (Mémoire inédit.)

([2]) Les documents analytiques sont ici très importants. En effet, pour un acide mo-

impossible, à cause de la très petite quantité de matière obtenue, j'ai additionné d'un fort excès de chaux vive, tout ce que j'avais obtenu dans l'oxydation, et j'ai distillé à feu nu, en condensant dans l'eau glacée. Un liquide très alcalin n'a pas tardé à distiller; doué de l'odeur particulière des bases pyridiques, il s'est montré miscible en toutes proportions avec l'eau. La solution aqueuse a été traitée par un excès d'acide chlorhydrique, puis par une solution de chlorure de platine. Le chloroplatinate s'est modifié sous l'action de l'eau bouillante, et l'analyse a conduit exactement à la formule $(C^5H^5AzCl)^2 + PtCl^2$, qui est celle du chloroplatinate modifié de pyridine.

» Une autre partie de la base a été traitée à froid par l'iodure de méthyle. L'iodométhylate, qui s'est formé très rapidement, a été dissous dans l'alcool absolu, et la solution alcoolique chaude a été additionnée de quelques gouttes d'une lessive de potasse concentrée. Les réactions colorées que j'ai observées pour les iodométhylates, iodéthylates des alcaloïdes pyridiques, se sont reproduites comme je l'ai indiqué dans plusieurs Notes antérieures [1]. J'ai également remarqué, dans ces expériences, l'odeur des dihydrures pyridiques, signalée pour la première fois par M. A.-W. Hofmann.

» La ptomaïne en $C^8H^{11}Az$ a donc été transformée en pyridine, et le produit intermédiaire, c'est-à-dire l'acide pyridine-carboné résultant de l'oxydation, présente les principaux caractères de l'acide nicotianique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage de l'azote organique par la méthode de Kjeldahl.* Note de M. **L. L'Hote**, transmise par M. Peligot.

« Dans ces derniers temps, on a proposé de substituer au dosage de l'azote par la chaux sodée une nouvelle méthode, dite de Kjeldahl, comme étant plus expéditive et offrant plus d'exactitude.

» Il n'est pas nécessaire d'insister sur la précision du procédé à la chaux sodée. Les analystes savent que les résultats obtenus sont irréprochables, si l'on a soin de ne pas chauffer à une température trop élevée, pour éviter la dissociation de l'ammoniaque; de plus, la chaux sodée exempte de nitrates

---

nocarboné, on doit trouver $C = 58,53$, $H = 4,06$ pour 100; tandis que, pour un acide pyridine-dicarboné, la théorie indique : $C = 50,30$ et $H = 3,00$ pour 100. Je rappelle que l'acide nicotianique $C^5H^4Az\text{-}CO^2H$ fond à 228°.

[1] *Comptes rendus*, séances des 21 juin, 5 juillet, 11 octobre 1886; 12 et 19 décembre 1887.

doit être mélangée intimement à l'état de poudre fine avec la matière. Dans ces conditions, la combustion de la matière azotée est complète et tout l'azote organique est dégagé à l'état d'ammoniaque. Prétendre que le procédé à la chaux sodée est entaché d'erreur, c'est mettre en doute l'exactitude de travaux dus à des maîtres de la Science agricole.

» La méthode de Kjeldahl, préconisée à l'origine pour analyser des matières premières riches en azote (sang, tourteaux, corne, etc.), a été étendue à l'analyse des végétaux alimentaires et de la terre végétale.

» Cette méthode consiste à transformer l'azote organique en azote ammoniacal au moyen de l'acide sulfurique, du mercure, de l'oxyde de mercure ou du sulfate de cuivre anhydre. Le produit distillé avec de la soude caustique donne de l'ammoniaque, qui est reçue dans un acide titré et dosée alcalimétriquement.

» Dans les recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai suivi rigoureusement la méthode telle qu'elle a été publiée ([1]).

» L'attaque par l'acide sulfurique est considérée comme terminée lorsque le liquide du ballon est devenu tout à fait limpide et clair : ce liquide est toujours coloré quelle que soit la durée de l'opération. Pour déplacer l'ammoniaque de la liqueur acide, on la mélange avec des solutions de soude caustique et de sulfure de sodium. Cette opération provoque un échauffement considérable qui pourrait amener une déperdition d'ammoniaque : aussi ai-je employé pour la distillation l'appareil de M. Boussingault (dosage de l'ammoniaque dans les eaux) qui permet d'effectuer le mélange de la liqueur acide et de l'alcali sans perte d'azote ammoniacal.

» J'ai appliqué cette méthode au dosage de l'azote dans des matières diverses, en opérant parallèlement avec la chaux sodée.

» Avant de procéder à un dosage, des expériences à blanc ont été effectuées sur l'acide sulfurique, la soude et le sulfure de sodium. L'acide sulfurique seul a apporté de l'ammoniaque.

» On a opéré sur 20^{cc} d'acide sulfurique (proportion employée pour l'attaque de la matière azotée) :

	Azote ammoniacal.
Acide sulfurique monohydraté ordinaire (K)	0,00013
» » (I)	0,00012
» pur et bouilli (B)	0,0012

» Il est nécessaire de tenir compte de la quantité d'azote apportée par

([1]) *Annales de l'Institut agronomique*, p. 53, 1887; *Encyclopédie chimique*, t. IV, *Analyse chimique*, p. 48.

le réactif, s'il s'agit surtout de la recherche de faibles quantités d'azote, comme dans la terre végétale.

» I. *Matières riches en azote : caséine, sang, corne.* — Les premiers essais ont porté sur de la caséine préparée par la méthode de Dumas et Cahours ([1]), séchée à la température ordinaire sur de l'acide sulfurique et analysée par la méthode de Dumas. Dans ce cas, l'écart entre la nouvelle méthode et les anciennes est considérable.

» Voici les chiffres trouvés, en azote pour 100, de matière normale :

	Procédé		
	de Dumas.	à la chaux sodée.	de Kjeldahl.
Caséine	13,38 ([2])	13,32	9,24-9,56 ([3])
Sang desséché	»	11,83	11,47
Corne en poudre	»	13,66	13,46

II. — *Blé réduit en poudre fine au moulin.*

	Procédés	
	à la chaux sodée.	de Kjeldahl.
Blé Schireff	2,22	1,84
Blé Roseau	2,38	2,05

» III. *Terre végétale.* — La terre végétale ne renfermant que quelques millièmes ou dix-millièmes d'azote, il est nécessaire d'éviter toutes les manipulations qui pourraient entraîner des pertes.

» MM. Aubin et Alla ont avancé que la méthode de Kjeldahl donnait des résultats supérieurs à ceux que l'on obtient par l'attaque au moyen de la chaux sodée ([4]), et ils ajoutent :

» En cela, elle montre l'infériorité de l'ancien procédé qui ne permet pas une désagrégation et une transformation complète de la matière azotée en produits ammoniacaux, parce que le contact intime de la matière à brûler et du comburant ne peut être réalisé complètement dans le procédé de MM. Will et Warentrapp.

» Ces chimistes attaquent 10gr de terre fine par l'acide sulfurique. Le contenu du ballon, reçu dans un verre et délayé dans un volume d'eau convenable, donne une liqueur acide et un dépôt siliceux insoluble qui est

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VI, p. 412.

([2]) En faisant abstraction des cendres et de l'eau dosée à 140° dans le vide, on trouve azote pour 100 : 16,08.

([3]) En remplaçant le mercure par le sulfate de cuivre, on a dosé 4,88 d'azote.

([4]) *Encyclopédie chimique*, t. IV, *Analyse chimique*, p. 164.

lavé sur un filtre. Les liqueurs acides réunies, additionnées des réactifs convenables, sont soumises à la distillation.

» J'ai dosé parallèlement l'azote par la chaux sodée en opérant sur 10^{gr} de terre fine telle quelle et lavée suivant les indications de M. Berthelot :

Azote dans 100^{gr} de terre.

	Procédé	
	à la chaux sodée.	de Kjeldahl.
Terre de Saint-Pierre (Oise) normale....	0,0870	0,0730
» lavée......	0,0860	
Terre de Sèvres, potager, normale.......	0,3720	0,3180
» lavée..........	0,3690	

» Ces recherches démontrent que, contrairement à ce qui a été publié, les chiffres fournis par la méthode de Kjeldahl sont notablement inférieurs à ceux donnés par la chaux sodée. En un mot, tout l'azote organique ne se retrouve pas dans la liqueur sulfurique à l'état d'azote ammoniacal.

» Il y a deux causes d'erreur à signaler : 1° une légère perte d'ammoniaque due à la volatilisation de sulfate d'ammoniaque pendant l'attaque; 2° la destruction incomplète de la matière organique quelle que soit la durée de l'opération.

» Si le ballon dans lequel s'effectue l'attaque de la matière azotée est en relation avec un petit réfrigérant dont l'extrémité plonge dans l'eau distillée, on constate que le liquide acide condensé, chauffé avec de la potasse, dégage de l'ammoniaque qui peut être décelée avec le réactif de Nessler. De plus, le liquide limpide et coloré du ballon, mis en présence de lames de cuivre pour précipiter le mercure, donne une solution qui, après déplacement de l'ammoniaque totale par la magnésie, fournit de l'azote avec la chaux sodée. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Des Légumineuses fourragères en terrains acides.* Note de M. **Paul de Mondesir**, présentée par M. Schlœsing.

« D'après une opinion très répandue, les Légumineuses fourragères exigeraient dans le sol une proportion importante de carbonate de chaux; le chiffre indiqué d'ordinaire est 2 ou 3 pour 100. Je crois qu'il serait plus vrai de dire que le calcaire est favorable à ces plantes, sans leur être nécessaire.

» Dans mon Mémoire sur le dosage rapide du carbonate de chaux, je concluais, de mes premières expériences, que beaucoup de sols pouvaient

donner de bonnes récoltes de trèfles avec des proportions de calcaire douteuses à l'analyse, c'est-à-dire des cent-millièmes, et peut-être même lorsqu'ils avaient une acidité notable. Aujourd'hui, je puis citer un grand nombre de prairies et d'herbages du nord du département de la Manche, dont le sol est très acide, et où néanmoins la lupuline, les trèfles blanc et violet et d'autres Légumineuses se maintiennent, prêtes à prendre un grand développement dès qu'on leur fournit, non pas du calcaire, mais des phosphates.

» *Prairie de la ferme de Beaulieu, près de Valognes.* — Terrain du keuper, marécageux. Acidité du sol, $\frac{3}{1000}$; c'est-à-dire que la terre décompose à froid $\frac{3}{1000}$ de son poids de carbonate de chaux. Acidité du sous-sol (beaucoup moins riche en matières humiques), $\frac{1}{1000}$. Cette prairie, à l'œil, paraissait herbée, mais les plantes ne poussaient guère. Dans la plus mauvaise partie, qui ne donnait rien, ni au fauchage ni au pâturage, j'ai pris trois places d'essai, contiguës, de $\frac{1}{10}$ d'hectare chacune. A la fin de l'automne, la première a reçu 100^{kg} de phosphate des Ardennes, la seconde la même quantité de phosphate et 20^{kg} de chlorure de potassium, la troisième 700^{kg} à 800^{kg} de chaux.

» Dès le printemps suivant, à la profonde stupéfaction du fermier, les deux premières places se sont couvertes d'une pousse de lupuline haute de 0^{m},30 ou 0^{m},40, et si épaisse qu'une grande partie a versé. Sur la place chaulée, pas d'amélioration notable. Ces résultats se maintiennent depuis trois ans.

» Il y a dans cette prairie des plants, pas très rares, de trèfle violet.

» *Seconde prairie, en meilleur état.* — Acidité du sol, $\frac{1}{1000}$; du sous-sol, insignifiante. Mêmes essais, résultats analogues.

» *Prairies de Sauxemesnil.* — Terrain des grès siluriens.

Prairie nº	1.	Acidité en millièmes.......	2 »
»	2	»	2,25
»	3	»	2,30
»	4	»	3,50
»	5	»	4,70
»	6	»	5 »

» Dans ces prés, qui sont très humides, le trèfle blanc se montre partout. Lorsqu'on met du phosphate ou du superphosphate, ce trèfle, dès l'année suivante, domine toutes les autres plantes dans le *pied de l'herbe.* Il y a aussi du trèfle violet, mais beaucoup moins abondant.

» Prairie nº 7. Acidité, 5,8; c'est la plus forte que j'aie rencontrée. La terre contient cependant encore de la chaux combinée avec les matières humiques et représentant au moins 1000^{kg} à l'hectare. Ce sol n'est pas tourbeux, quoique très poreux et presque constamment imprégné d'eau comme une éponge.

» Il y a du trèfle blanc et, à côté, des prêles. Le trèfle a ses racines dans le sol très acide, et les prêles dans le sous-sol beaucoup moins acide.

» *Herbages.* — Ils diffèrent des prairies en ce que, situés sur des terrains plus élevés, sans eau courante, ils ont des sols moins fins, plus perméables et moins acides.

» Deux de ces herbages, dont l'acidité est environ $\frac{1}{1000}$, contiennent beaucoup de

lupuline et de trèfles blanc et jaune, des vesces, des gesses et même du trèfle violet. Par l'action du superphosphate, les Légumineuses se multiplient au point de former de véritables tapis.

» Le gazon, devant la maison de Rochemont (acidité, $\frac{3}{1000}$), contient de nombreuses plantes de trèfle violet. Ce sol est riche, parce que, jusqu'à la fin du siècle dernier, il était en potager.

» Je citerai encore deux herbages du Perche, terrain du grès vert, qui ont une acidité de plus d'un demi-millième et qui, sous l'influence des superphosphates, produisent en abondance des Légumineuses variées.

» On peut se demander si une grande partie de l'effet des phosphates n'est pas due à ce qu'ils corrigent l'acidité de la terre et y apportent de la chaux. Mais les superphosphates, qui, on le sait, sont eux-mêmes acides, agissent plus vite et avec plus d'énergie que le phosphate des Ardennes. D'ailleurs, lorsqu'un sol a une acidité moyenne, $\frac{3}{1000}$ par exemple, il faudrait au moins 6000^{kg} de carbonate de chaux pour neutraliser 1^{ha}, tandis que les 1000^{kg} de phosphate qu'on y met n'apportent pas la vingtième partie de cette quantité soit en carbonate de chaux, soit par l'excédent de chaux combiné à l'acide phosphorique.

» Quant à la chaux, la couche superficielle, sur 15^{cm} à 20^{cm} d'épaisseur, en renferme déjà au moins 3000^{kg} à 4000^{kg}; le phosphate n'augmente donc la dose que dans une faible proportion.

» Je n'ai pas d'exemple de luzerne prospérant dans un terrain acide; mais, au milieu d'une luzernière âgée de quatre ans, en bon état, j'ai prélevé un plant avec sa racine maîtresse, grosse comme le doigt, descendant jusqu'au schiste, à 60^{cm} de profondeur.

» Il est généralement admis qu'une luzerne de quatre ans ne se nourrit plus guère que dans les couches profondes. Or la terre autour de la racine contenait, il est vrai, $\frac{6}{1000}$ de calcaire jusqu'à la profondeur des labours, environ 20^{cm}, mais, de 20^{cm} à 60^{cm} où était le chevelu, il n'y avait guère plus d'un demi-millième de carbonate de chaux.

» Je le répète comme conclusion, rien n'est plus loin de ma pensée que de mettre en doute l'heureuse influence du calcaire sur les Légumineuses fourragères; mais les exemples qui précèdent montrent que, si ces plantes trouvent dans le sol des phosphates et de la potasse, elles peuvent pour la chaux se contenter de celle qui est combinée avec les matières humiques, lors même que ces matières sont bien loin d'en être saturées. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Expériences relatives à l'action de divers phosphates sur la culture des Céréales.* Note de M. **J. Raulin**, présentée par M. Pasteur.

« Au mois d'août 1887, j'ai présenté à l'Académie les résultats d'expériences comparatives, faites à la Station agronomique du Rhône, dans un

terrain assez riche en humus et en calcaire, sur l'action de divers phosphates sur la culture du blé : il résultait de ces expériences que, à la dose de 50^{kg} d'acide phosphorique par hectare, les phosphates fossiles, coprolithes, phosphorites, et les scories phosphoreuses sont beaucoup moins actifs que les phosphates industriels à acide phosphorique soluble, tels que les superphosphates et les phosphates précipités.

» On a répété ces expériences en 1887 sur le maïs, en 1888 sur le blé, sur un même terrain, par la méthode compensatrice exposée dans la Note du mois d'août 1887, destinée à corriger les erreurs provenant du défaut d'homogénéité du sol; mais, au lieu d'employer 50^{kg} à l'hectare d'acide phosphorique, on a employé, la première année seulement, 200^{kg} d'acide phosphorique des phosphates insolubles, pendant que les phosphates solubles étaient appliqués à la dose de 40^{kg} d'acide phosphorique seulement.

» Voici le résumé des résultats obtenus :

Excès des récoltes rapportées à l'hectare sur celle de la parcelle sans acide phosphorique.

Numéros des parcelles.	Nature de l'engrais phosphaté. — Poids à l'hectare.	Excès des récoltes de maïs, en 1887, sur la parcelle sans P^2O^5. Paille.	Pommes.	Excès des récoltes de blé, en 1888, sur la parcelle sans P^2O^5. Paille.	Grain.
1.	Superphosphate en 1887. $P^2O^5 = 40^{kg}$	1750^{kg}	2300^{kg}	»^{kg}	»^{kg}
	Superphosphate en 1888. $P^2O^5 = 40^{kg}$	»	»	1580	730
2.	Coprolithes en 1887. $P^2O^5 = 200^{kg}$	3400	1700	»	»
	Coprolithes en 1888. $P^2O^5 = 40^{kg}$	»	»	2010	1580
3.	Coprolithes en 1887. $P^2O^5 = 40^{kg}$	1820	1000	»	»
	Coprolithes en 1888. $P^2O^5 = 40^{kg}$	»	»	1340	510
4.	Phosphorites en 1887. $P^2O^5 = 200^{kg}$	2300	1400	»	»
	Phosphorites en 1888. $P^2O^5 = 40^{kg}$	»	»	1180	680

Numéros des parcelles.	Nature de l'engrais phosphaté. — Poids à l'hectare.	Excès des récoltes de maïs, en 1887, sur la parcelle sans P^2O^5. Paille.	Pommes.	Excès des récoltes de blé, en 1888, sur la parcelle sans P^2O^5. Paille.	Grain.
		kg	kg	kg	kg
5.	Phosphate précipité en 1887. $P^2O^5 = 40^{kg}$..........	3240	3640	»	»
	Poudre d'os en 1888. $P^2O^5 = 200^{kg}$..........	»	»	830	660
6.	Scories du Creuzot, 1887. $P^2O^5 = 200^{kg}$..........	170	970	»	»
	Scories en 1888. $P^2O^5 = 40^{kg}$..........	»	»	780	560

» Le blé, semé sur une sole qui a reçu deux fois des engrais phosphatés, une fois à la dose quintuple de la dose normale pour les phosphates insolubles des essais n°s 2, 4 et 6, a partout donné des excédents de récolte assez comparables les uns aux autres. Le maïs a également donné des excédents de récolte, même pour le n° 3 qui n'a reçu que des coprolithes à la dose normale; toutefois, l'excédent dans cette parcelle a été inférieur à celui des autres parcelles, si l'on excepte la parcelle n° 6 aux scories. Cette activité des phosphates, plus grande sur le maïs que sur le blé, tient sans doute à la vigueur de la végétation du maïs, au développement énorme de ses racines. Quant au faible excédent obtenu avec les scories, je l'attribue à leur action sur les sels ammoniacaux de l'engrais chimique employé : elles en dégagent de l'ammoniaque en proportion très notable. Il faut donc éviter le contact des scories et des sels ammoniacaux.

» L'ensemble des résultats obtenus sur le blé et sur le maïs en 1887 et en 1888 me paraît conduire à cette conclusion, applicable au moins dans les conditions de mes expériences : que les engrais phosphatés à acide phosphorique insoluble, tels que les phosphates fossiles, peuvent être utilisés comme les superphosphates et les phosphates précipités de l'industrie, à condition que, la première année, on les emploiera à une dose égale à cinq ou six fois la dose habituelle. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Races de betteraves hâtives et races tardives.* Note de MM. **C. Viollette** et **F. Desprez**, transmise par M. Peligot.

« Beaucoup de sucreries du Nord, estimant avec raison qu'il y avait pour elles en même temps que pour l'agriculture de grands avantages à

commencer de très bonne heure la campagne sucrière, travaillaient déjà vers 1866 des betteraves hâtives arrivant à maturité au commencement de septembre. Mais ces betteraves ne donnaient que de faibles rendements en sucre : c'étaient des espèces à petit collet, à peau lisse, à chair tendre, que les moindres variations de température ou d'humidité rendaient impropres à la fabrication du sucre. Elles se reprenaient à végéter après leur apparente maturité et souvent s'appauvrissaient à tel point, que les distilleries pouvaient à peine les employer, même en les payant des prix dérisoires. La persistance des industriels et des cultivateurs à se servir uniquement de ces betteraves a été certainement la cause principale de la décadence de l'industrie sucrière en France. Ces variétés furent forcément abandonnées depuis la nouvelle législation de 1884, qui oblige les sucreries à n'employer que des betteraves riches. Ces dernières ne mûrissant que tardivement, la fabrication du sucre ne peut guère commencer que dans la première quinzaine d'octobre.

» La création de races de betteraves hâtives, riches, propres à la fabrication du sucre, était donc une question à résoudre. Guidés par des méthodes judicieuses de sélection, basées sur les caractères extérieurs et l'analyse chimique des sujets, nous sommes arrivés à la solution de ce problème important pour l'industrie et pour l'agriculture. Tout le monde comprendra, en effet, qu'il y aurait le plus grand intérêt pour le fabricant et pour le cultivateur à échelonner les récoltes de façon à obtenir en premier lieu des betteraves riches et mûres, réservant pour la seconde période de la fabrication les races riches tardives, plus avantageuses que les premières sous certains rapports. On jugera si nous sommes dans le vrai d'après les résultats de nos recherches de cette année, que nous allons résumer.

» Dans un terrain parfaitement homogène de la station expérimentale de Cappelle (Nord), nous avons établi dix carrés d'essais destinés à recevoir des graines de betteraves de trois catégories différentes : I. Betteraves riches, que nos essais antérieurs nous portaient à considérer comme hâtives ; II. Betteraves riches, que les mêmes essais nous portaient à considérer comme tardives; III. Betteraves de races pauvres hâtives des variétés cultivées avant la loi de 1884.

» Toutes ces graines furent semées le même jour et tous les carrés reçurent à plusieurs reprises et en même temps les mêmes façons de culture. Une ligne de chaque carré fut arrachée le même jour, et les arrachages furent divisés en deux périodes : *Première période*, 15, 25 septembre et 5 octobre. *Seconde période*, 15, 25 octobre et 4 novembre. Les betteraves de chaque ligne étaient pesées, puis râpées, et leur richesse déduite de l'analyse saccharimétrique du jus et de sa densité à 15°. Les

moyennes des résultats de nos déterminations sont consignées dans le Tableau suivant :

Catégories.	Numéros d'ordre des espèces.	Arrachages.	Rendement moyen à l'hectare en poids.	Rendement moyen à l'hectare en sucre.	Densité du jus à 15°.	Sucre pour 100cc de jus.	Sucre pour 100gr de jus.	Sucre pour 100gr betterave
			kg	kg	°	gr	gr	gr
I. Races riches considérées par nous comme hâtives.	1 [1]	Première période	26144	4052	7,90	17,60	16,30	15,50
		Seconde période	28360	4583	8,35	18,43	17,01	16,16
		Différences	2216	521	0,45	0,83	0,71	0,66
	2	Première période	32676	4974	7,4	17,21	16,02	15,22
		Seconde période	33623	5104	7,5	17,18	15,98	15,18
		Différences	947	130	0,1	—0,03	—0,04	—0,04
	3	Première période	27087	3944	7,40	16,46	15,32	14,56
		Seconde période	27836	4198	7,77	17,08	15,85	15,08
		Différences	749	254	0,37	0,62	0,53	0,52
	4	Première période	27074	3852	7,1	16,04	14,98	14,23
		Seconde période	27022	3978	7,7	16,68	15,49	14,72
		Différences	—52	126	0,6	0,64	0,51	0,49
II. Races riches considérées par nous comme tardives.	5 [2]	Première période	34753	4900	6,88	15,85	14,84	14,10
		Seconde période	38702	5674	7,54	16,59	15,43	14,66
		Différences	3949	774	0,66	0,74	0,59	0,56
	6	Première période	38438	5316	6,58	15,52	14,56	13,83
		Seconde période	49221	6881	7,14	15,76	14,71	13,98
		Différences	10783	1565	0,56	0,24	0,15	0,15
	7	Première période	41213	5864	7,05	16,04	14,98	14,23
		Seconde période	45805	6779	7,60	16,77	15,58	14,80
		Différences	4592	915	0,55	0,73	0,60	0,57
	8	Première période	31555	4954	7,8	17,80	16,51	15,70
		Seconde période	34814	5755	8,3	18,80	17,40	16,53
		Différences	3259	801	0,50	1,00	0,89	0,83
III. Races pauvres hâtives anciennes.	9 [3]	Première période	60708	6132	5,40	11,20	10,63	10,10
		Seconde période	73248	6592	4,90	9,93	9,47	9,00
		Différences	12540	460	—0,50	—1,27	—1,16	—1,10
	10	Première période	65886	7050	5,8	11,91	11,26	10,70
		Seconde période	71552	6604	4,8	10,14	9,68	9,23
		Différences	5666	—446	—1,0	—1,77	—1,58	—1,47

(1) Nos 1, 2, 3, 4. — Variétés à forme conique, à collet assez large, à feuilles abondantes, à chair très dure, à peau très rugueuse.

(2) Nos 5, 6, 7, 8. — Variétés à forme cylindrique, à collet moyen, à feuilles abondantes, à chair dure, à peau rugueuse.

(3) Nos 9 et 10. — Variétés très productives, à forme conique, à petit collet; peu de feuilles, chair tendre, peau lisse.

» Si l'on admet, comme caractère de la maturité d'un organisme végétal quelconque, l'absence de variations de son poids et des principes qui lui donnent ses qualités essentielles, on devrait seulement considérer comme mûres les betteraves qui, en pleine terre, conservent une richesse saccharine et un poids constants. On conçoit qu'on ne puisse appliquer à nos betteraves cette définition dans toute sa rigueur; en restant en terre avec une partie de leurs feuilles pendant tout le temps qu'elles sont en expérimentation, elles doivent continuer à subir les influences climatériques qui agissent sur la végétation. Laissant donc le côté absolu de la question et nous plaçant sur le terrain de la pratique, nous considérerons comme mûres ou, si l'on veut, comme relativement mûres les betteraves qui, à partir d'une certaine époque, n'éprouvent que des variations minimes dans leur poids et leur richesse saccharine.

» Partant de là, on voit que dans la première catégorie les betteraves n° 4 n'ayant pas subi de variation sensible de poids et ne présentant qu'une augmentation de 126^{kg} de sucre à l'hectare, soit environ 3 pour 100, peuvent être considérées comme arrivées à maturité dans la première période, c'est-à-dire en septembre. Les n°s 2 et 3 peuvent être placés sur la même ligne au point de vue de la maturité. Le n° 1 doit être classé parmi les espèces moins hâtives de cette catégorie.

» Aucune des betteraves de la deuxième catégorie n'est arrivée à maturité en septembre; toutes ont continué à végéter régulièrement en octobre en produisant du sucre proportionnellement à l'accroissement de leur poids. Les n°s 5, 7 et 8 arrivent à maturité dans la dernière quinzaine d'octobre. Le n° 6 ne serait complètement mûr qu'en novembre.

» L'aspect des feuilles des betteraves de la troisième catégorie permettait de croire à leur maturité au commencement de septembre; néanmoins elles ont continué à végéter en augmentant de poids, mais au détriment du sucre. Elles justifient donc ce que nous avions énoncé en commençant.

» De l'ensemble de ces recherches, nous déduirons les conclusions suivantes :

» 1° Nos expériences démontrent la possibilité d'obtenir des races de betteraves hâtives, riches, propres à la fabrication actuelle du sucre. Si ces races donnent moins de rendement en poids que les races tardives, elles présentent sur elles l'avantage de pouvoir être employées en sucrerie au début de la campagne sucrière.

» 2° Ces expériences démontrent, en outre, qu'il serait avantageux pour la culture et pour l'industrie d'ensemencer dans le rayon d'approvisionnement de chaque usine plusieurs variétés de betteraves, en tenant compte de la nature du sol, de la qualité des engrais à employer et des époques auxquelles on veut effectuer l'arrachage. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la dynamogénie et l'inhibition*. Note de M. **Charles Henry** présentée par M. Brown-Séquard. (Extrait.)

« Les travaux de M. Brown-Séquard ont démontré le grand rôle que jouent, dans le fonctionnement normal de la vie et dans la pathogénèse, ces deux modes de l'action physiologique. Les excitations dynamogènes sont celles qui, plus ou moins instantanément, dans des parties nerveuses ou contractiles plus ou moins distantes du lieu de l'irritation, exagèrent plus ou moins une puissance ou une fonction; les excitations inhibitoires sont celles qui, dans des conditions analogues, font plus ou moins disparaître une puissance ou une fonction. En quoi consiste le mécanisme de ces réactions? Le problème est impossible à préciser généralement, car on ignore le plus souvent les quantités d'excitation et toujours les quantités correspondantes de réaction physiologique. J'ai réussi à tourner la difficulté et je suis parvenu à résoudre le problème dans un certain nombre de cas particuliers, qui se multiplieront d'ailleurs indéfiniment avec les progrès de l'expérimentation. Choisissant, d'une part, des excitants bien définis : mesures linéaires, vibrations sonores, longueurs d'onde lumineuses, etc.; complétant, d'autre part, l'insuffisance des données physiologiques par la connaissance de la nature agréable ou désagréable des réactions mentales correspondantes, lesquelles sont toujours accompagnées : le plaisir de dynamogénie, la peine plus ou moins rapidement d'inhibition, je me demande quelle est la forme des mouvements expressifs qui peuvent être décrits continûment, c'est-à-dire avec production de travail, et quelle est la forme de ceux qui ne peuvent être décrits que discontinûment, c'est-à-dire avec empêchement à chaque instant? Je note qu'*au point de vue de la conscience* la forme des mouvements d'expression est circulaire; je remarque que l'élément vivant est à ce point de vue comme un compas, qui ne pouvant décrire continûment que des petits cycles et, plus ou moins discontinûment, des grands cycles, doit exprimer, par des changements plus ou moins réels de direction de la force, les variations d'excitation et du travail physiologique correspondant. Je m'applique à étudier les trois fonctions subjectives qui ressortent de cette hypothèse et que j'appelle le *contraste*, le *rythme* et la *mesure*. Je rattache à des opérations mathématiques les modes de représentation successifs et simultanés de l'être vivant, afin de déterminer nos unités naturelles de mesure. J'obtiens ainsi des schèmes de re-

lations numériques objectives, schèmes dont les propriétés mathématiques entraînent pour le mécanisme de l'être vivant la nécessité, suivant les cas, de réactions idéo-motrices irréductibles comme la dynamogénie et l'inhibition. Ce point de vue m'a permis non seulement de constituer une théorie nouvelle de la sensation auditive, mais de réaliser à volonté des harmonies de formes et de couleurs. La théorie est générale. Parmi les nombreuses vérifications expérimentales, je pourrais citer la courbe par laquelle M. Marey a représenté ses expériences touchant l'influence du rythme sur la vitesse de progression, courbe qui marque des accroissements de vitesse précisément pour les nombres de pas à la minute, que la théorie indique comme dynamogènes, c'est-à-dire pour les nombres de la forme 2^n, $2^n + 1$ premier, $2^n . 2^n + 1$ (premier), qui, suivant une théorie bien connue, marquent les nombres de côtés des polygones inscriptibles dans la circonférence par le compas. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des anthérozoïdes des Characées.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Bornet.

« On sait que l'anthérozoïde des Characées, des Muscinées et des Cryptogames vasculaires a la forme d'un filament spiralé pourvu de cils, qui prend naissance par métamorphose spéciale du contenu de sa cellule mère. Il est également démontré que, dans sa formation, le noyau de la cellule mère joue un rôle essentiel : il ne se dissout pas, comme on l'avait cru d'abord, et concourt, par transformation directe, à donner le corps de l'anthérozoïde, tandis que les cils proviennent uniquement du protoplasme.

» Mais le corps de l'anthérozoïde dérive-t-il seulement du noyau, ou à la fois du noyau et du protoplasme? Si c'est le noyau seul qui le fournit, en se nourrissant de toute la partie du protoplasme qui n'est pas employée à la formation des cils, comment se fait cette métamorphose? Si, au contraire, le protoplasme donne une partie du corps, la différenciation du filament spiralé commence-t-elle aux dépens du protoplasme et non du noyau, comme on l'a avancé récemment? Comment, enfin, et à quel moment naissent les cils? Autant de questions générales sur lesquelles les données actuelles sont insuffisantes ou contradictoires.

» Une étude comparée des divers groupes de Cryptogames m'a permis d'éclaircir les points douteux ou controversés et m'a conduit à des résul-

tats dont la concordance et la généralité ne sont pas sans intérêt. Je résumerai, dans cette première Note, ceux qui concernent les Characées.

» Chez ces plantes, les filaments anthéridiens sont formés d'articles discoïdes superposés, qui représentent les cellules mères d'anthérozoïdes. Pour préciser le rôle qui est dévolu, au noyau d'une part, au protoplasme d'autre part, dans la formation de l'anthérozoïde, il est nécessaire de dissocier ces cellules et d'en isoler avec soin le contenu après fixation et durcissement. Par diverses méthodes de double coloration ([1]), on arrive à distinguer très nettement la substance du noyau de celle du protoplasme et à suivre pas à pas tous les stades du développement.

» Au moment où l'anthérozoïde va prendre naissance, le noyau se porte sur le côté de la cellule mère, de façon à n'être plus recouvert, sur sa face externe, que par une très mince couche de protoplasme hyalin. On voit ensuite apparaître, sur cette face externe, une petite bande d'épaississement, plus réfringente que le reste du noyau, qui la produit par une métamorphose spéciale de sa substance. Cette bande fait corps avec le noyau, sans former à sa surface externe une crête saillante, et, comme elle en suit le contour, elle ressemble à un croissant court et très ouvert. Bientôt l'une de ses extrémités s'allonge et vient affleurer la surface du protoplasme ; le noyau semble alors pourvu d'une sorte de bec, qui n'est autre chose que l'extrémité antérieure du corps de l'anthérozoïde.

» Dès que cette ébauche du corps est apparente, les deux cils dont il sera pourvu se différencient, à partir de l'extrémité antérieure sur laquelle ils s'insèrent, dans la mince couche protoplasmique hyaline qui recouvrait la face externe du noyau et qui se continue, pour les former, tout autour du protoplasme granuleux situé à la face interne. Ils acquièrent tout de suite leur longueur définitive, qui est égale à celle du corps adulte. Peu de temps après leur formation, ils se détachent du protoplasme granuleux et s'écartent plus ou moins les uns des autres dans l'espace libre situé entre la paroi de la cellule mère et le contenu qui s'en est isolé.

» Pendant que l'extrémité antérieure de l'anthérozoïde commence à contourner la surface du protoplasme granuleux, l'extrémité postérieure se forme à l'opposé, par l'allongement de la bande d'épaississement, et s'accroît en sens inverse, pour venir bientôt se juxtaposer à la première, ce qui donne un premier tour de spire. Le noyau offre d'abord, sur place, une di-

---

([1]) La technique sera indiquée dans le Mémoire qui paraîtra bientôt sur la question.

minution progressive de volume ; il devient également de plus en plus homogène ; puis, l'accroissement continuant, il s'étire peu à peu entre les deux extrémités du corps; de sorte que le renflement qu'il formait sur le trajet de la spirale en voie d'allongement a disparu lorsque cette dernière comprend environ deux tours.

» Pendant ce temps, le protoplasme est insensiblement digéré et employé à la nutrition de l'anthérozoïde. Très réduit vers la fin du développement, il n'adhère plus qu'à la face interne de l'extrémité postérieure du corps; et lorsque celui-ci a atteint sa longueur définitive, il disparaît sans laisser une vésicule, comme chez d'autres Cryptogames. Toutefois, même à l'état adulte, l'anthérozoïde présente encore, sur cette face interne de son extrémité postérieure, quelques granulations protoplasmiques. Il forme alors, chez le *Chara fragilis* par exemple, un peu plus de trois tours de spire. Il offre, à un degré très marqué, toutes les réactions de la nucléine; à sa surface, on distingue une enveloppe hyaline excessivement mince.

» En résumé, au point de vue morphologique, c'est le noyau, et le noyau seul, qui se transforme directement, sans se découper en spirale, comme on pourrait encore le croire, pour donner le corps de l'anthérozoïde. La formation de ce dernier ne commence donc pas dans le protoplasme. Les cils sont bien d'origine protoplasmique; entraînés par l'extrémité antérieure du corps, sur laquelle ils sont insérés, ils doivent nécessairement acquérir leur longueur définitive dès la première phase du développement.

» On verra bientôt que, chez les autres Cryptogames mentionnées au commencement de cette Note, les phénomènes essentiels du développement de l'anthérozoïde ressemblent beaucoup à ceux qu'on observe chez les Characées. »

GÉOLOGIE. — *Sur le néocomien du sud-est de l'Espagne.* Note de M. **René Nicklès** [1], présentée par M. Hébert.

« Dans le travail qu'ils publièrent en 1852, *Sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne*, MM. de Verneuil et Collomb avaient

[1] Ce travail a été exécuté au laboratoire de Géologie de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Hébert et de M. Munier-Chalmas.

fait connaître, dans la sierra Mariola (province d'Alicante), l'existence et la composition sommaire d'une riche faune d'Ammonites pyriteuses appartenant au néocomien inférieur (*sensu lato*).

» Des recherches stratigraphiques entreprises dans cette région m'ont permis de constater que ce sous-étage présente, de bas en haut, et en superposition, les couches suivantes :

» I. Environ 300^{m} de calcaires et de grès avec *Natica Leviathan* Pict. et Camp. (*Strombus Sautieri* Coq.), *Pygurus Montmolini* Ag. et *Pterocera Pelagi* d'Orb., recouverts à la partie supérieure par un grès brun siliceux très dur.

» II. Des calcaires sableux jaunes, peu puissants, renfermant : *Belemnites pistilliformis* Blainv., *Ammonites* (*Holcostephanus*) *astierianus* d'Orb., *A.* (*Holcostephanus*) *utriculus* Math., *A.* (*Hoplites*) *neocomiensis* d'Orb., *Ostræa Couloni* d'Orb., *Terebratula Moutoni* d'Orb., *Echinospatagus ricordeanus* Cott., *Ostræa carinata* Lk, identique à un échantillon typique rapporté de Cauville par M. Hébert.

» III. Des marnes bleues de faible épaisseur avec *Bel. dilatatus* Blainv.

» IV. Des marnes gris jaune, à Ammonites pyriteuses, et renfermant : *Am.* (*Phylloceras*) cf. *rouyanus* d'Orb., *A.* (*Desmoceras*) cf. *strettostoma* Uhl., *Amm.* cf. *Camelinus* d'Orb., *Amm. oxyntas* Coq. sp. [1], *Crioceras Emerici* d'Orb., *Aptychus* cf. *angulicostatus* Pict., *Belemnites pistilliformis* Duv., des *Pulchellia* avec leurs cloisons et plusieurs espèces non décrites appartenant aux genres *Holcostephanus* et *Desmoceras*.

» V. Des calcaires sableux de quelques mètres d'épaisseur, piquetés par endroits de glauconie, et qui devront probablement être subdivisés ultérieurement; on y rencontre de grands Céphalopodes, tels que : *A.* (*Lytoceras*) *subfimbriatus* d'Orb., *A.* (*Phylloceras*) *Tethys* d'Orb., *A.* (*Desmoceras*) *cassida* d'Orb., *Crioceras* cf. *orbignyanus* Math.

» VI. Une masse puissante de marnes où l'on trouve à l'état pyriteux, vers la base, *A.* (*Desmoceras*) *difficilis* d'Orb., que l'on rencontre jusqu'au sommet, *A.* (*Pulchellia*) *pulchellus* d'Orb., *A.* (*Holcodiscus*) *Sophonisba* sp. Coq., *Belemn. grasianus* Blainv.

» Cette assise (VI) se retrouve au sud dans les environs de Busot; elle y est constituée par un calcaire marneux bleu, renfermant : *A. Tethys*, *A. difficilis*, *Heteroceras bifurcatum* d'Orb., un *Crioceras* voisin de *Crioceras Emerici*, mais en différant par l'existence d'une bande lisse sur le côté externe : par la composition de sa faune, elle se rattache donc au barrêmien de Coquand.

» Ni à Busot ni dans la sierra de Mariola, je n'ai observé les couches qui surmontent cette assise : je ne puis que signaler l'existence dans cette dernière région de couches à *Am.* (*Acanthoceras*) cf. *Stobiesckii* d'Orb. et à *Plicatula placunea* d'Orb., caractéristiques du néocomien supérieur (aptien).

» En résumé, les dépôts qui constituent le néocomien dans le sud-est

---

(1) *Bulletin de l'Académie d'Hippone;* Bône, 1880.

de l'Espagne présentent le caractère d'une faune riche en Céphalopodes, sauf vers la base où dominent les Gastéropodes et les Oursins.

» De la coupe qui précède, il ressort que le néocomien de la sierra Mariola (Moncabrer) présente, dans ses couches inférieures, une composition semblable à celle des dépôts équivalents de Saint-Hippolyte (Gard).

» Il est à remarquer, d'autre part, que jusqu'à présent la province d'Alicante semble être à la fois la région unique de la péninsule ibérique et le point le plus occidental de l'Europe où l'assise barrêmienne atteigne un aussi grand développement ([1]).

» Il faut également remarquer que le barrêmien, déjà si bien représenté en Provence, dans le Tyrol et dans le Banat, se retrouve dans la province de Constantine (Coquand, 1880), au Djebel-Ouach et à Duvivier, composé de marnes avec *A. Sophonisba*, *A. Tethys*, *Pulchellia* et *A. difficilis* à l'état pyriteux. C'est encore sous cette forme que M. Nolan a rencontré, en 1887, *Desmoceras strettostoma* et des *Pulchellia* dans les marnes barrêmiennes des îles Baléares.

» Les dépôts qui composent le barrêmien dans les îles Baléares et la province de Constantine présentent donc une grande analogie avec ceux de la province d'Alicante, et confirment le fait déjà connu de l'extension considérable, vers l'est, de la mer barrêmienne. »

M. **F. Laur** signale une nouvelle coïncidence de tremblements de terre et de coups de grisou, avec les grandes baisses barométriques et les grandes pluies de ces derniers temps.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

([1]) Aux environs de Priego (Cordoue) et dans la province de Grenade, MM. Bertrand et Kilian ont constaté l'existence de couches à *A. difficilis* et *A. cassidoides*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 JANVIER 1889.

Constitution de l'espace céleste; par G.-A. HIRN. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-4°.

Théorie mathématique de la lumière; leçons professées à la Faculté des Sciences de Paris, pendant le premier semestre 1887-1888; *par* H. POINCARÉ, rédigées par J. BLONDIN. Paris, Georges Carré, 1889; 1 vol. in-8°.

Notice sur la nouvelle machine à disque de M. Desroziers; par M. R. ARNOUX. Paris, G. Masson, 1888; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Des premiers actes du travail digestif, préhension des aliments et déglutition, chez les Ophidiens; par M. LÉON VAILLANT. (Extrait des *Mémoires publiés par la Société philomathique*.) Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888; br. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Mission scientifique du cap Horn (1882-1883). Tome VI : *Zoologie. — Poissons; par* LÉON VAILLANT. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888; br. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Revue maritime et coloniale; tome C, 328e livraison, janvier 1889. Paris, L. Baudoin et Cie; 1 vol. in-8°.

Studio sulle forme cristalline tetraternarie del Dr FRANCESCO DE MEMME. Genova, Pietro Pellas fu L., 1888; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Escuela de Medicina de Sevilla. Curso de 1887 *à* 1888. *Conferencias cientificas leidas por los professores.* Sevilla, Diaz y Carballo, 1888; 1 vol. in-8°.

Republica de Costa Rica. — Apuntamientos geograficos, estadisticos é historicos, compilados y arreglados por JOAQUIN BERNARDO CALVO. San José de Costa Rica, 1886; Imprenta nacional, 1887; 1 vol. pet. in-4°.

On the senses, instincts and intelligence of Animals, with special reference to Insects; by sir JOHN LUBBOCK. London, Kegan Paul, Trench and C°, 1889; 1 vol. in-16. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JANVIER 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Des Cloizeaux**, en présentant à l'Académie quelques cristaux d'un nouveau minéral (arséniure de platine), qu'il vient de recevoir de M. Wells, de New-Haven, Connecticut (1), s'exprime comme il suit :

« Ce minéral, d'une composition fort intéressante, est un arséniure de platine $PtAs^2$, d'après les analyses de M. H.-L. Wells, qui a trouvé, en moyenne :

	gr	Rapports d'oxygène.
Arsenic	40,98	2
Antimoine	0,50	
Platine	52,57	1
Rhodium	0,72	
Palladium	traces	
Fer	0,07	
Acide stannique	4,62	
	99,46	

(1) *American Journal of Science*, Vol. XXXVII; janv. 1889.

» D'après M. Penfield, le minéral se présente en très petits cristaux d'un gris d'étain foncé, offrant généralement les faces du cube combinées à celles de l'octaèdre, rarement à celles du décaèdre rhomboïdal, et quelquefois à celles du pyritoèdre $\frac{1}{2}b^2$. Il paraît donc appartenir au groupe de la pyrite. Sa densité $= 10{,}60$.

» Au chalumeau, les grains cristallins décrépitent légèrement; dans le tube ouvert, ils dégagent facilement un sublimé d'acide arsénieux et restent infusibles quand on les grille lentement; mais, si on les chauffe rapidement, ils fondent en perdant une partie de leur arsenic. Leur poudre fine n'est que faiblement attaquée par l'eau régale.

» M. Wells a reproduit artificiellement le nouveau composé, en faisant passer sur du platine chauffé au rouge de la vapeur d'arsenic dans un courant d'hydrogène. Il a donné à la combinaison naturelle le nom de *sperrylite*, en l'honneur de M. F.-L. Sperry qui l'a découverte, en octobre 1888, dans des quartz aurifères, avec chalcopyrite, pyrrhotine et cassitérite, à la mine Vermillion, district d'Algona, province d'Ontario, Canada, ouverte en 1887. »

Résumé d'un Rapport verbal *sur le* « *Traité de Télégraphie sous-marine de M.* Wünschendorff »; par M. **A. Cornu.**

« Le *Traité de Télégraphie sous-marine* de M. Wünschendorff est une œuvre considérable, qui comble une lacune existant jusqu'ici dans les publications françaises relatives à l'électricité. L'auteur, ingénieur éminent de l'Administration des Télégraphes, a su, jusque dans les détails techniques, donner une forme intéressante à ses descriptions : l'exposé des essais électriques des câbles constitue un véritable traité pratique d'Électricité que les exemples numériques, tirés des grandes opérations auxquelles l'auteur a pris part, rendent particulièrement instructif. »

M. **E. Cosson** fait hommage à l'Académie du IIIe fascicule de ses « Illustrationes floræ atlanticæ ».

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les termes élémentaires dans les coordonnées d'une planète*. Note de M. **Hugo Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Ch. Hermite.)

« En conséquence de la conception des orbites absolues on voit naître, dans les expressions analytiques des coordonnées d'une planète, des termes du même genre qui est typique pour les développements appartenant à la théorie elliptique. Les termes dont il s'agit, et auxquels j'ai attribué le nom de *termes élémentaires*, jouissent donc de la propriété de n'être pas multipliés par un facteur de l'ordre des forces perturbatrices. Il en résulte qu'ils ne disparaissent pas avec les masses des planètes troublantes; mais, dans le cas où cesseraient d'agir les forces dues aux attractions des corps troublants, ces termes se réuniraient, plusieurs en un seul, de sorte qu'en résulteraient les séries employées dans l'astronomie képlérienne.

» En supposant que l'orbite soit une ellipse, les développements bien connus s'obtiennent aisément. Par contre, pour arriver à la détermination des termes élémentaires, il faut qu'on surmonte des difficultés très graves, et, tout en ayant des règles selon lesquelles les calculs numériques s'opèrent d'une manière convenable, la question de la convergence de ces termes est demeurée encore en suspens jusqu'aux temps les plus récents. Voici sur cette question quelques renseignements tirés de mes dernières études en n'y considérant que les termes élémentaires dans la partie périodique du rayon vecteur.

» Pour l'expression qui lie le rayon vecteur de l'orbite absolue à la longitude comptée dans le plan variable de cette orbite, on peut, en quelque sorte, conserver la forme analytique employée dans la théorie du mouvement elliptique. Or, si l'on pose, (r) étant le rayon vecteur dans l'orbite absolue,

$$(r) = \frac{a(1-\eta^2)}{1+(\rho)},$$

on aura, dans le cas du mouvement képlérien,

$$\eta = e, \qquad (\rho) = e\cos(v-\pi),$$

a signifiant le demi grand axe de l'ellipse, e son excentricité, π la longitude du périhélie et v la longitude dans l'orbite.

» En considérant l'orbite absolue, on aura la relation

$$\eta^2 = \left[\frac{d(\rho)}{dv}\right]^2 + (\rho)^2 - 2(\lambda)\eta \sin f + (\lambda)^2,$$

où l'on a désigné par (λ) une fonction de l'ordre des forces perturbatrices, et déterminée tellement que η^2 ne contienne que des termes à très longues périodes, et par f l'angle

$$(1 - \varsigma)v - \pi,$$

ς étant un facteur constant qui disparaît avec les masses perturbatrices. Puis, la fonction (ρ) n'étant plus donnée par un seul terme, elle paraîtra sous la forme d'une série infinie de termes élémentaires. Les périodes de ces termes étant toujours à peu près égales au temps de révolution, il convient de mettre

$$(\rho) = \varkappa \cos[(1 - \varsigma)v - \Gamma] + \varkappa_1 \cos[(1 - \sigma_1)v - B_1] \\ + \varkappa_2 \cos[(1 - \sigma_2)v - B_2] + \ldots,$$

expression qui renferme les deux arbitraires $\varkappa$ et Γ introduites par l'intégration et les coefficients constants $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, ... dont les valeurs les plus grandes sont de l'ordre des excentricités des planètes troublantes. Les coefficients σ_1, σ_2, ... désignent toujours de petites quantités de l'ordre des forces perturbatrices, et B_1, B_2, ... des constantes déterminées.

» L'expression de la fonction (ρ) que nous venons de signaler ne devant contenir que des termes élémentaires, tous les coefficients $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, ... ainsi que l'arbitraire $\varkappa$ sont de l'ordre zéro par rapport aux forces perturbatrices; mais ils appartiennent toujours à un ordre impair par rapport aux excentricités, ou bien, pour utiliser la notation proposée par M. Backlund, ils sont toujours de degré impair. Cela étant, comme le degré des termes va généralement en croissant, même si plusieurs termes consécutifs peuvent appartenir au même degré, on serait tout d'abord persuadé à admettre la convergence des coefficients dont il s'agit. Cependant, les coefficients que nous venons d'envisager étant munis de diviseurs parmi lesquels se trouvent des valeurs qui s'approchent vers zéro, une telle conclusion serait prématurée.

» Par la voie d'approximations convenables, on est parvenu au système de formules donné ci-dessus pour déterminer les coefficients $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, ...; on a, dans les diviseurs, tenu compte des quantités du premier ordre et du deuxième degré, ce qui a permis d'obtenir une solution satis-

faisante, même dans les cas où les méthodes ordinaires mènent à l'apparence de la divergence. Nous désignerons par β et $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ de petites quantités dont nous supposons les valeurs connues, et par $\gamma_1, \gamma_2, \ldots$ des coefficients donnés de premier ordre, mais de degré croissant. Puis, nous posons

$$K = \varkappa^2 + \varkappa_1^2 + \varkappa_2^2 + \ldots.$$

» Le produit $\frac{3}{8}\beta K$ faisant partie de l'expression analytique du mouvement des apsides, on ne saurait conclure de la concordance entre les valeurs de ce mouvement, l'une obtenue par la voie d'observation, l'autre au moyen du calcul, à la convergence de la série

$$\varkappa^2 + \varkappa_1^2 + \varkappa_2^2 + \ldots.$$

Mais on peut faire ressortir ce résultat par des procédés purement analytiques en partant des équations dont nous avons parlé. Les voici :

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} \varkappa_1 = -\dfrac{\gamma_1}{\alpha_1 - \frac{3}{4}\beta K}, \\ \varkappa_2 = -\dfrac{\gamma_2}{\alpha_2 - \frac{3}{4}\beta K}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

» Après y avoir posé

$$\vartheta_1 = \alpha_1 - \tfrac{3}{4}\beta\varkappa^2, \qquad \vartheta_2 = \alpha_2 - \tfrac{3}{4}\beta\varkappa^2, \qquad \ldots;$$
$$N = \tfrac{3}{4}\beta(\varkappa_1^2 + \varkappa_2^2 + \ldots) = \tfrac{3}{4}\beta(K - \varkappa^2),$$

on en tire l'équation suivante

$$(2)\qquad N = \tfrac{3}{4}\beta\left[\frac{\gamma_1^2}{(\vartheta_1 - N)^2} + \frac{\gamma_2^2}{(\vartheta_2 - N)^2} + \ldots\right]$$

ou bien

$$(3)\qquad \frac{N}{\dfrac{\gamma_1^2}{(\vartheta_1 - N)^2} + \dfrac{\gamma_2^2}{(\vartheta_2 - N)^2} + \ldots} - \frac{3}{4}\beta = 0.$$

Évidemment cette dernière équation a, au moins, une racine réelle entre $N = 0$ et $N = \vartheta$, ϑ étant une limite supérieure que nous allons déterminer.

» Soit ϑ_ν la plus grande des quantités $\vartheta_1, \vartheta_2, \ldots$, nous supposons

$$\vartheta > \vartheta_\nu;$$

cela posé, il est aisé de voir qu'on ait

$$\frac{\gamma_1^2}{(\vartheta_1-\vartheta)^2}+\frac{\gamma_2^2}{(\vartheta_2-\vartheta)^2}+\ldots<\frac{1}{(\vartheta_\nu-\vartheta)^2}(\gamma_1^2+\gamma_2^2+\ldots)$$

ou bien

$$\frac{\vartheta}{\frac{\gamma_1^2}{(\vartheta_1-\vartheta)^2}+\frac{\gamma_2^2}{(\vartheta_2-\vartheta)^2}+\ldots}>\frac{\vartheta(\vartheta-\vartheta_\nu)^2}{\gamma_1^2+\gamma_2^2+\ldots}.$$

Maintenant, si nous cherchions la racine plus grande que ϑ_ν de l'équation

$$\vartheta(\vartheta-\vartheta_\nu)^2=\tfrac{3}{4}\beta(\gamma_1^2+\gamma_2^2+\ldots),$$

et que nous introduisions cette valeur de ϑ au lieu de N dans l'équation (3), nous aurons évidemment un résultat positif, tandis que la valeur

$$N=0,$$

étant introduite dans la même équation, nous fournit un résultat négatif. Il y a donc, entre $N=0$ et $N=\vartheta$ au moins, une racine réelle, ce qui montre que la somme

$$\varkappa_1^2+\varkappa_2^2+\ldots$$

a nécessairement une valeur finie, et, comme cette somme ne contient que des termes positifs, il en résulte encore une valeur finie pour chacun des termes.

» Après avoir obtenu la valeur numérique de N, on aura sans ambiguïté, en vertu des formules (1), celles des coefficients $\varkappa_i$. Évidemment, les résultats deviendront négatifs, les γ_i étant supposées positives, chaque fois $\vartheta_i>N$; dans les cas opposés, on aura des résultats positifs. On s'aperçoit facilement que N est une quantité du premier ordre et du deuxième degré, à condition que les valeurs des ϑ_i ne soient pas très petites en comparaison d'une quantité de premier ordre. Dans le cas que nous venons de considérer, N étant très petit auprès des ϑ_i, on a la formule approchée

$$\varkappa_i=-\frac{\gamma_i}{\vartheta_i}. \quad » \tag{4}$$

ASTRONOMIE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1888. Note de M. R. Wolf, présentée par M. Faye.

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zürich et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire, pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a une longue série d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres relatifs r, pour les variations en déclinaison v, et pour les accroissements Δr et Δv que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1887 :

1888.	Zürich. r.	Zürich. Δr.	Milan. v.	Milan. Δv.
Janvier	13,0	— 0,1	3′,03	—0′,68
Février	7,0	— 8,7	3,02	—0,67
Mars	6,3	3,6	7,11	0,12
Avril	3,9	— 3,6	8,27	—1,06
Mai	7,8	— 9,4	8,48	—0,82
Juin	6,5	— 9,8	9,27	—0,28
Juillet	1,9	—24,3	8,58	—1,67
Août	1,9	—19,2	9,17	0,10
Septembre	7,8	0,9	7,31	1,23
Octobre	2,0	— 3,5	6,32	0,29
Novembre	12,9	8,4	2,18	—0,89
Décembre	9,9	—10,6	1,76	—0,47
Moyenne	6,7	— 6,4	6,21	—0,40

» Il résulte de ce Tableau que le nombre relatif et la variation magnétique ont tous les deux continué à diminuer, et qu'il est probable que le moment du minimum n'est pas encore arrivé, mais qu'il est assez près. Il en résulte de plus que les petites anomalies survenues l'année précédente ont disparu, et que le parallélisme entre ces deux séries d'une origine si différente s'est rétabli presque entièrement.

» En introduisant dans la formule

$$v = 5',62 + 0,045.r,$$

que j'ai établie autrefois pour Milan, la moyenne $r = 6,7$, on obtient $v = 5',92$, valeur qui ne diffère de la variation observée $6',21$ que de

o′,29. L'année précédente, la différence est montée à o′,40; il y a, par conséquent, une amélioration sensible, et il n'est plus à craindre que la formule s'éloigne de plus en plus de la vérité.

» Ayant commencé mes observations solaires en 1847 et ayant adopté en 1849, pour le recensement des taches, le mode suivi depuis ce temps-là invariablement, l'année 1888 est la *quarantième* d'une série importante de nombres homogènes, et je suis heureux d'avoir trouvé dans toute cette longue période des observateurs d'autres pays prêts à me seconder. Je pense qu'il y a de l'intérêt pour l'Académie à apprendre que la France est de même représentée dans ce *Club solaire* depuis une année; c'est M. Schmoll, membre fondateur et du Conseil de la Société astronomique de France, qui s'est décidé à y entrer, et qui vient de me communiquer une belle série d'observations faites dans l'année écoulée. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur le diabète expérimental.* Note de MM. **G. Sée** et **E. Gley**.

« On n'a pu jusqu'à présent, on le sait, reproduire chez les animaux le diabète tel qu'il se présente en clinique humaine. Nous avons depuis plus d'un an poursuivi sur ce point des recherches variées.

» I. On sait que l'excitation du bout central du nerf vague donne lieu à de l'hyperglycémie et à de la glycosurie. Par un moyen très simple, nous avons pu produire l'irritation permanente du bout central du nerf pneumogastrique droit chez le chien ([1]). Cette série d'expériences nous a fourni un résultat assez inattendu : plusieurs des animaux en observation ont présenté, non pas de la glycosurie, mais une véritable azoturie avec amaigrissement notable et rapide. Mais ce n'était là qu'un des éléments du diabète.

» II. Nous avons rendu des chiens glycosuriques par un moyen tout autre, en leur faisant ingérer journellement une certaine quantité de phloridzine, $C^{21}H^{24}O^{10}$ (1^{gr} par kilogramme d'animal), glucoside extrait de l'écorce de la racine de divers arbres fruitiers. Dans ces conditions,

---

([1]) Voir sur ce sujet G. Sée et E. Gley : *Sur la production expérimentale du diabète* (*Société de Biologie*, 11 février 1888, p. 219). Dans cette Note, nous signalons d'ailleurs déjà les recherches qui font l'objet de la présente étude.

l'urine de ces animaux contient pour vingt-quatre heures, et cela dès le premier jour du traitement, une proportion de glucose de 10 à 12 pour 100. La glycosurie cesse avec l'administration de la phloridzine. Cette intéressante expérience avait déjà été faite par von Mering (Congrès de Wiesbaden, 1886 et 1887) [1].

» Reprenant la question, nous avons d'abord vérifié le fait dont il s'agit. On trouve effectivement dans les urines d'un chien phloridziné la même quantité de matière sucrée par le dosage avec le polarimètre et par le dosage au moyen de la liqueur de Fehling titrée. Nous avons, de plus, constaté que la glycosurie est également obtenue, qu'on introduise la phloridzine dans l'organisme par la voie stomacale ou par injection intraveineuse.

» C'est bien par elle-même que la phloridzine possède cette action sur la nutrition générale. Si, en effet, on fait absorber à un chien les produits de dédoublement de ce glucoside, ou simplement le premier de ces produits, la phlorétine pure ($C^{15}H^{14}O^5$), aux mêmes doses que la phloridzine, il passe à peine dans les urines 1 pour 100 de glucose. L'influence de la phlorétine est donc si minime qu'il faut admettre évidemment que ce n'est pas par son radical phlorétique que la phloridzine agit, c'est en tant que composé spécial [2].

» Quel que soit le régime alimentaire de l'animal, alimentation mixte (pain et viande), viande dégraissée ou régime surtout gras, les urines contiennent du sucre; cependant, elles en contiennent un peu moins dans les deux derniers cas. Ces faits sont intéressants, puisque, comme toute la matière glycogène d'un animal auquel on donne de la phloridzine est très rapidement détruite, ainsi que l'a démontré von Mering, ils prouvent que le glucose peut se former dans l'organisme aux dépens des matières albuminoïdes et des graisses.

» Reste à savoir si cette glycosurie ne s'accompagne pas d'autres troubles. Or l'animal en expérience, au bout de quelques jours, devient très vorace et, s'il n'est pas suralimenté, il maigrit rapidement. Cette glycosurie s'accompagne donc, dans une certaine mesure, de polyphagie.

---

(1) Voir l'exposé détaillé des recherches de von Mering in *Zeitschrift für kl. Med.*, 1888.

(2) Cette action ne tient pas non plus à une propriété générale des glucosides. En faisant à ce point de vue des essais avec quelques autres glucosides non toxiques par eux-mêmes, par exemple, avec la fraxine, la quercitrine, la salicine, nous n'avons obtenu que des résultats négatifs.

» Abstraction faite de la présence du glucose, la composition générale des urines ne varie guère, du moins au point de vue, que nous avons seul considéré, de la teneur en urée et en azote total; pourtant, le rapport entre ce dernier (dosé par le procédé légèrement modifié de Kjeldahl) et l'urée nous a paru s'abaisser un peu.

» Nous avons eu l'idée de soumettre des animaux ainsi rendus glycosuriques à divers modes de traitement usités dans le diabète, pensant d'ailleurs que nous arriverions peut-être ainsi à éclairer dans quelque mesure la nature de cette glycosurie. Chaque traitement était institué pour une période de huit jours; après un intervalle de trois ou quatre jours, on essayait un autre traitement; pendant tout ce temps, le régime, bien entendu, restait le même (mixte).

» Les deux modes de traitement par le *bicarbonate de soude* et par l'*arsenic* se sont montrés inefficaces. L'administration du *bromure de potassium* a amené, au contraire, une légère diminution du glucose.

» Chez une chienne recevant 1^{gr} de bromure par jour, la moyenne quotidienne du sucre tomba de 12^{gr} à 10^{gr}.

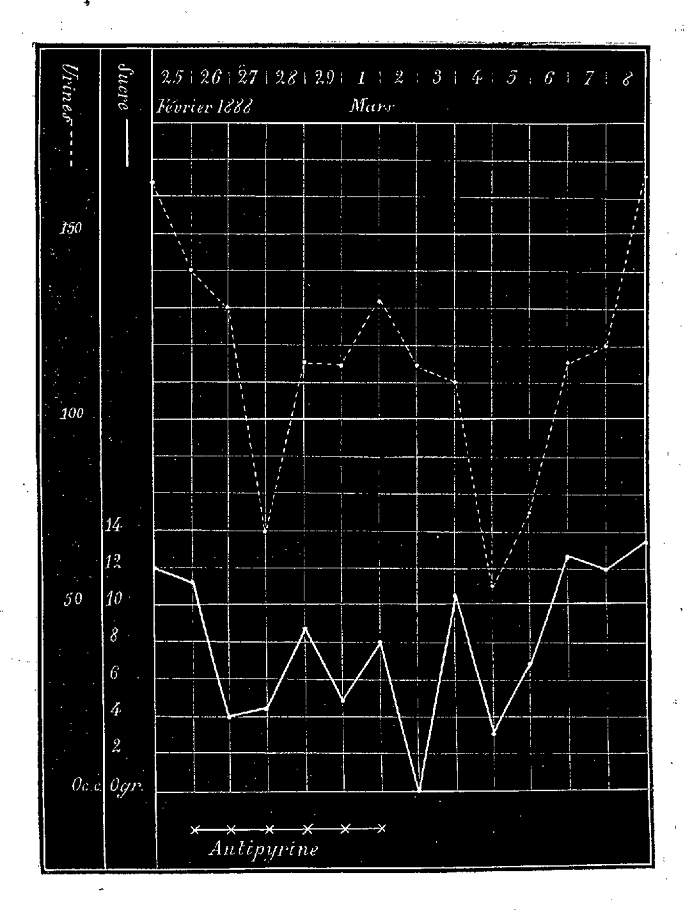
» Nous avons obtenu une atténuation plus marquée de cette glycosurie en instituant, guidés par des idées physiologiques, un nouveau mode de traitement, au moyen de l'*antipyrine*.

» Soit une chienne qui éliminait en moyenne 13^{gr} de glucose par jour; nous avons constaté qu'en lui donnant 1^{gr} d'antipyrine, l'expérience étant suivie pendant huit jours, cette moyenne tombait à 11^{gr}, malgré le régime mixte, rappelons-le encore. Le même animal, remis en observation, éliminait $9^{gr},6$ de sucre par jour; traité par l'antipyrine, il n'a plus donné que $5^{gr},8$. Un autre chien, très petit, dont les urines contenaient 8^{gr} de sucre en moyenne, ne donnait plus, dans les mêmes conditions, que $6^{gr},9$.

» Tels sont les chiffres bruts. Mais l'influence de l'antipyrine apparaît plus nettement encore, si l'on trace les courbes de la sécrétion urinaire et de l'élimination du glucose; on voit bien alors la modification profonde que subit cette élimination : au lieu d'être à peu près constante, elle devient très irrégulière; en même temps, la quantité de glucose éliminée cesse d'être en rapport avec la quantité des urines émises; les deux courbes sont, d'une manière générale, indépendantes (voir la figure ci-contre, type d'une de nos expériences).

» Ces résultats n'ont rien qui puisse surprendre, si l'on se rappelle, d'une part, que von Mering a démontré que, sous l'influence de la phloridzine, toute la matière glycogène du foie et des muscles disparaît, et, d'autre part, que MM. Lépine et Porteret (de Lyon) ont récemment

montré (*Comptes rendus*, 3 avril 1888) [1] que l'antipyrine ralentit précisément la transformation du glycogène du foie et des muscles en glucose. Notre expérience réunit en quelque sorte, en même temps qu'elle confirme ces deux expériences.



» L'un de nous a semblablement essayé l'action de l'antipyrine sur un certain nombre de malades diabétiques, et il obtient de ce traitement de très bons effets.

» Étant donnée l'action générale de l'antipyrine qui diminue l'excitabi-

---

[1] Voyez aussi un travail de M. Lépine qui vient de paraître dans les *Archives de Médecine expérimentale et d'Anatomie pathologique*, n° 1, 1er janvier 1889 (*De l'action de quelques antipyrétiques sur la consommation des substances hydrocarbonées*).

lité du système nerveux, comme nous l'avons les premiers démontré physiologiquement, ne peut-on se demander, à propos de ces recherches, si le diabète ne tiendrait pas plutôt à une exagération qu'à un ralentissement de la nutrition? Comme rien ne nous indique dans quelle mesure il nous serait permis de conclure de la glycosurie expérimentale que nous avons étudiée au diabète, nous ne voulons que poser cette question. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Mode de diffusion des courants voltaïques dans l'organisme humain.* Mémoire de M. **L. Danion**, présenté par M. Ed. Becquerel. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Brown-Séquard.)

« L'examen de la résistance des divers tissus a été fait en les disposant de manière à obturer hermétiquement (à poids égaux) la section d'une petite cuve longue et étroite, remplie d'une solution de sel à 5 pour 100, par les extrémités de laquelle arrivait un courant produit par une force électromotrice connue, et dont l'intensité était enregistrée, ce qui permettait d'avoir leur résistance comparative en ohms au moyen de la formule classique $I = \frac{E}{R}$ $\left(\text{d'où } R = \frac{E}{I}\right)$. Cet examen a montré que le muscle a une conductibilité inférieure à celle de l'eau salée, dans le rapport approximatif de 11 à 12 et que *sous une grande épaisseur* le muscle transversalement est plus résistant que longitudinalement, dans le rapport également approximatif de $9\frac{3}{4}$ à $11\frac{1}{2}$. Il a montré en outre que les divers tissus ont la résistance comparative suivante, *le muscle étant pris pour unité* :

Muscles	1
Tendons	1,01
Panne graisseuse, substance cérébrale, aponévroses (sensiblement)	0,93 à 0,94
Os	0,60

» La résistance des os a été contrôlée en prenant un courant de dérivation à l'intérieur d'os longs plongés dans la solution saline sur le parcours d'un courant principal.

» Les chiffres précédents montrent qu'on peut considérer la résistance des tissus *hypodermiques* comme étant pratiquement la même en dehors de celle des os.

» La résistance de la peau, résistance qui est très considérable et aussi très variable suivant les sujets et les régions, a été négligée parce que, si, pour être vaincue, elle nécessite une force électromotrice plus ou moins considérable, elle n'intéresse pas, à proprement parler, la diffusion des courants dans l'organisme.

» Le mode de diffusion des courants voltaïques a d'abord été étudié dans des masses liquides homogènes au moyen d'*électrodes de dérivation* placées sur des points variables par rapport au courant principal, puis contrôlé par des expériences sur des animaux et enfin sur l'homme.

» Les masses liquides étaient contenues dans des vases de différentes formes. Les *électrodes secondaires* ou de dérivation ont été placées soit entre les *électrodes primaires* (c'est-à-dire celles qui amenaient le courant principal), soit l'une en dedans, l'autre en dehors d'elles, ou enfin complètement en dehors d'elles. Les *électrodes primaires* étaient suspendues au milieu des réservoirs ou accolées contre leur paroi. Les dimensions des électrodes primaires aussi bien que des électrodes secondaires ont été variées depuis $0,08^2$ à $0,10^2$ jusqu'à $0,01^2$ et combinées de toutes les manières. Le courant a été amené dans les réservoirs soit directement, soit à travers leur paroi, laquelle simulait la résistance cutanée.

» Les expériences qui précèdent ont d'abord été contrôlées sur des lapins, ce qui est facile grâce à leur résistance cutanée, qui est peu considérable, puis ensuite sur l'homme.

» Voici les conclusions auxquelles m'ont conduit les expériences qui précèdent; ces conclusions visent exclusivement la pratique de l'Électrothérapie.

» 1° En dehors de la peau et des os, les divers tissus ou matières constitutives de l'organisme ont *pratiquement* la même conductibilité électrique. Celle des os, la seule qui intéresse la diffusion des courants, est sensiblement inférieure des $\frac{2}{5}$ à celle des autres tissus *hypodermiques*.

» 2° L'étude expérimentale de la diffusion des courants voltaïques, faite dans des masses liquides homogènes, montre :

» (*a*). Que toutes choses égales, d'ailleurs, les intensités diffuses *intra-polaires*, ou *extra-polaires* ont la même valeur ;

» (*b*). Que les intensités diffusées sur une circonférence de $0^m,35$ de diamètre, lorsque le courant principal est amené par les extrémités d'un des diamètres, sont pratiquement presque égales à celles du centre, la différence n'étant que de $\frac{1}{6}$ environ ;

» (*c*). Que l'intensité des courants *extra-polaires* devient supérieure à

celle des courants *intra-polaires,* lorsque les électrodes se rapprochent de plus en plus sur cette circonférence;

» (*d*). Qu'au fur et à mesure que les électrodes sont rapprochées l'une de l'autre, le champ de la diffusion se restreint de manière à rendre cette diffusion négligeable.

» 3° L'étude de la diffusion faite en substituant les unes aux autres des électrodes de dimensions variées montre, contrairement aux notions professées universellement, que le choix et la combinaison d'électrodes de diverses dimensions ne modifie qu'insensiblement les effets de l'électrisation hypodermique, même peu profonde, et qu'il y a par suite avantage, pour plusieurs raisons, à se servir dans la pratique de larges électrodes lorsqu'on ne vise pas d'effets superficiels.

» 4° *Les expériences faites sur les animaux et sur l'homme confirment les expériences pratiquées sur des masses liquides homogènes, tout en montrant l'extrême diffusion des courants voltaïques, et les déductions auxquelles donnent lieu ces expériences sont applicables à l'électrisation de l'organisme.*

» 5° Les os, qui seuls intéressent la diffusion des courants, sont une cause d'augmentation de résistance d'autant plus grande, qu'ils sont plus superficiels. Cette augmentation se produit surtout lorsqu'ils sont placés transversalement; mais leur présence ne modifie pas sensiblement le mode de diffusion. Cependant, le cerveau et principalement la moelle épinière sont protégés, dans une assez notable proportion, par leur enveloppe osseuse contre la diffusion des courants, et c'est une circonstance qui doit être prise en considération dans les applications de l'électricité au traitement des affections de la moelle épinière. »

M. **Romieux** adresse un Mémoire « Sur la théorie des déformations du sphéroïde terrestre ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Tisserand, Poincaré.)

M. A. **Painchenat** adresse des « Recherches sur la signification mécanique de l'entropie ».

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Lévy).

M. **Gizzi** adresse, de Rome, un complément à sa Note relative à une manivelle accélératrice.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **H. Morineau** adresse une Note relative à divers systèmes de freins pour navires.

(Renvoi à l'examen de M. l'amiral Pâris.)

M. **E. Marhem** adresse, de Bruxelles, une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

MM. **A. Fenon**, **J. Teissier** adressent leurs remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Faye, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$ *et à l'équatorial coudé de* $0^m,318$; par MM. **Trépied**, **Rambaud** et **Sy**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1888-89.		Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite ✱ — ⋆.	Déclinaison ✱ — ⋆.	Nombre de comp.	Observ.
				s	′ ″		
Déc. 28...	*a*	½ (W_1, 1758 + Harv. Coll., 407)	8	+35,37	—3.29,2	20:20	R.
31...	*b*	½ (W_1, 1696 + Harv. Coll., 406)	9	+14,39	—2.52,0	20:8	R.
31...	*b*	Id.	9	+13,49	—3. 3,8	20:8	S.
Janv. 4...	*c*	½ (W_1, 1599 + Harv. Coll., 404)	9	+15,58	+6.35,2	20:10	R.
4...	*c*	Id.	»	+13,83	+6.35,5	18:10	S.
4...	*c*	Id.	»	+12,49	+6.28,5	10:10	T [1].
5...	*c*	Id.	»	—33,10	+7.33,0	20:10	R.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1888-89.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1888,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1888,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 28.....	*a*	8. 1.14,56	+3,35	+0.27.27,1	—11,4	(W_1 et Harv. Coll., 1852-53).
31.....	*b*	7.59.15,22	+3,41	+0.24.44,9	—11,8	Id.
Janv. 4.....	*c*	7.56.01,00	+0,41	+0.16.13,2	— 2,6	(W_1 et Harv. Coll., 1852-53).
5.....	*c*	»	+0,42	»	— 2,8	Id.

[1] Cette observation de la comète a été faite à l'équatorial coudé.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1888-89.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Déc. 28......	10.41.18	8. 1.53,28	$\bar{1},504_n$	+ 0.23.46,5	0,720
31......	11.37.34	7.59.33,02	$\bar{1},296_n$	+ 0.21.41,1	0,719
31......	11.59. 7	7.59.32,12	$\bar{1},194_n$	+ 0.21.29,3	0,719
Janv. 4......	11.17.25	7.56.16,99	$\bar{1},301_n$	+ 0.22.45,8	0,719
4......	11.59.19	7.56.15,24	$\bar{1},073_n$	+ 0.22.46,1	0,719
4......	12.10.06	7.56.13,90	$\bar{2},985_n$	+ 0.23.39,1	0,719
5......	10.53.24	7.55.28,32	$\bar{1},372_n$	+ 0.23.43,4	0,719

CINÉMATIQUE. — *Sur les accélérations d'ordre quelconque des points d'un corps solide dont un point est fixe.* Note de M. **Ph. Gilbert**, présentée par M. Resal.

« Une formule symbolique très simple fournit la construction géométrique de l'accélération d'ordre n d'un point quelconque M_0 du corps, connaissant celles des ordres inférieurs. Désignons par $M_1, M_2, \ldots, M_n$ les *index* successifs du point M_0, par $V_i P$ la vitesse d'un point P du corps dans une rotation dont l'axe représentatif coïnciderait avec l'accélération angulaire $\lambda_i (\lambda_0 = \omega)$. En adoptant la notation des *équipollences* ou des résultantes de Bellavitis, on a

$$(1)\qquad j_n \triangleq V_n M_0 + \frac{n}{1} V_{n-1} M_1 + \frac{n(n-1)}{1.2} V_{n-2} M_2 + \ldots + n V_1 M_{n-1} + V_0 M_n$$

ou, symboliquement,

$$(2)\qquad j_n \triangleq (V + M)^n.$$

» L'équipollence (1) donne, en projection sur l'axe des x,

$$(3)\qquad j_{nx} = V_{nx} M_0 + \frac{n}{1} V_{n-1,x} M_1 + \ldots + n V_{1x} M_{n-1} + V_{0x} M_n,$$

et, comme les formules de la rotation donnent immédiatement

$$V_{nx} M_0 = \lambda_{ny} z - \lambda_{nz} y, \qquad \ldots, \qquad V_{0x} = q j_{n-1,z} - r j_{n-1,y},$$

on voit que les projections sur trois axes rectangulaires de l'accéléra-

tion j_n se déduisent, par une loi générale, de celles des ordres inférieurs que l'on élimine successivement.

» En effectuant ce calcul dans l'hypothèse $n = 2$, on trouve des expressions simples pour les composantes de la suraccélération d'un point quelconque, qui se traduisent sans peine par ce théorème général :

» *Dans le mouvement d'un solide autour d'un point fixe, la suraccélération d'un point quelconque* M_0 *est la résultante de cinq autres : 1° une accélération* $M_0 a$ *ayant même valeur et même direction que la vitesse du point* M_0 *dans une rotation dont l'axe coïnciderait avec la suraccélération angulaire* λ_2; *2° une accélération* $M_0 b$ *parallèle à l'accélération angulaire* λ *et égale à* $\omega\lambda\rho\cos\overline{\omega\rho}$; *3° une accélération* $M_0 c$ *parallèle à l'axe instantané* OI *et égale à* $2\omega\lambda\rho\cos\overline{\lambda\rho}$; *4° une accélération* $M_0 d$ *dirigée vers le point fixe* O *et égale à* $3\omega\lambda\rho\cos\overline{\omega\lambda}$; *5° une accélération* $M_0 e$ *directement opposée à la vitesse du point* M *et égale à* $\omega^2 v$ *ou* $\omega^3\rho\sin\overline{\omega\rho}$.

» Si l'on prend pour axes coordonnés les *directions principales* [1], on a les expressions assez simples

$$(4)\quad \begin{cases} j_{2x} = -3\omega\omega' x + (\omega^3 - \lambda_{2z})y + (\omega^2\psi' + \lambda_{2y})z, \\ j_{2y} = -(\omega^3 - \lambda_{2z})x - 3\omega\omega' y - \lambda_{2x}z, \\ j_{2z} = (2\omega\psi' - \lambda_{2y})x + \lambda_{2x}y. \end{cases}$$

» On déduit très simplement de ces formules les composantes de j_2 parallèlement à l'axe OI, à la vitesse du point M_0 et au rayon de rotation u.

» Quant à la suraccélération angulaire λ_2, nous avons reconnu qu'*elle résulte : 1° d'une composante* $\omega'' = \frac{d^2\omega}{dt^2}$ *dont la direction est celle de l'axe instantané; 2° d'une composante* $2\omega'\psi' + \omega\psi''$ *normale à l'axe instantané dans le plan principal; 3° d'une composante* $\frac{\omega\psi'^2}{\cos\theta}$ *parallèle au rayon de courbure de la trajectoire orthogonale des génératrices du cône, lieu de l'axe instantané dans l'espace*, θ étant l'angle de ce rayon de courbure avec l'axe instantané.

» L'étude des suraccélérations dans un solide fixé par un point a été faite d'abord par M. Resal, au point de vue surtout des applications géo-

---

(1) *Comptes rendus*, 5 novembre 1888.

métriques (*Cinématique pure*, p. 315); puis par M. Schell. Nos équations (4) et le dernier théorème énoncé présentent quelques divergences avec les résultats obtenus par l'éminent géomètre. »

MAGNÉTISME. — *De l'influence du choc sur l'aimantation permanente du nickel.* Note de M. G. **Berson**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note présentée précédemment à l'Académie, j'ai fait connaître les résultats d'une étude sur les variations que subit le moment magnétique permanent d'un barreau d'acier qui reçoit des chocs. J'ai fait un travail analogue sur un barreau de nickel.

» I. Quand le barreau aimanté est perpendiculaire au méridien magnétique, une succession de chocs égaux produit une diminution graduelle du moment magnétique. Si l'on prend comme abscisse le nombre des chocs et comme ordonnée le moment magnétique correspondant, la loi de décroissement est représentée sensiblement par une branche d'hyperbole équilatère asymptote à une parallèle à l'axe des abscisses. L'aimantation diminue d'autant plus vite que la hauteur de chute du mouton produisant les chocs est plus grande et le moment magnétique initial plus élevé. L'ordonnée de l'asymptote est d'ailleurs d'autant plus petite que la hauteur de chute est plus grande.

» II. Quand on fait passer successivement un certain nombre de fois un courant électrique dans une bobine qui renferme un barreau de nickel, le moment magnétique va généralement en croissant et atteint rapidement une certaine limite. Si l'on répète la même expérience en produisant un choc sur le barreau à chaque passage du courant, on constate que le moment s'accroît beaucoup plus rapidement et tend vers une limite nouvelle bien supérieure à la précédente : dans certains cas, cette limite a une valeur décuple de la première. La courbe figurative des variations du moment magnétique est, ici encore, une branche d'hyperbole équilatère. L'ordonnée de l'asymptote est d'autant plus élevée, et la courbe s'en rapproche d'autant plus vite que la hauteur de chute du mouton et l'intensité du champ sont plus considérables.

» III. Enfin j'ai expérimenté sur un barreau dont l'aimantation avait atteint sa valeur limite par des chocs dans un premier champ et que je plaçais dans l'axe d'une bobine magnétisante.

» Lorsque le deuxième champ est de sens contraire à celui qui a pro-

duit l'aimantation du barreau, c'est-à-dire de même sens que la force démagnétisante, il y a toujours diminution progressive du moment magnétique qui tend vers une limite positive ou négative dépendant des valeurs relatives des deux champs et de la grandeur des chocs.

» Lorsque le deuxième champ a la direction du premier, il peut se présenter plusieurs cas : 1° Le deuxième champ est plus intense que le premier. Si les chocs nouveaux sont supérieurs ou égaux aux précédents, il y aura toujours accroissement de l'aimantation du barreau qui tendra vers la même limite que si le barreau partait d'une aimantation nulle. Si les chocs nouveaux sont inférieurs aux premiers, il y aura accroissement ou diminution du moment magnétique suivant les conditions de l'expérience : on pourra toujours trouver une hauteur de chute du mouton telle que le moment conserve la valeur qu'il a prise dans le premier champ. 2° Les deux champs sont égaux. Si les chocs nouveaux sont inférieurs ou égaux aux premiers, ils n'ont aucune influence sur l'aimantation du barreau. S'ils sont supérieurs, il y aura toujours accroissement du moment magnétique qui prendra finalement la même valeur que si le barreau n'avait pas passé par le premier champ. 3° Le deuxième champ est plus faible que le premier. Si les derniers chocs sont inférieurs ou égaux aux premiers, il y aura toujours abaissement de l'aimantation qui atteindra, en définitive, la même valeur que si le barreau partait d'une aimantation nulle. Si ces derniers chocs sont supérieurs aux premiers, il pourra y avoir augmentation ou diminution du moment magnétique suivant les conditions de l'expérience.

» Ces différents phénomènes sont tout à fait analogues à ceux que présente l'acier.

» Il résulte de cette étude sur l'acier et le nickel qu'avec un champ de faible intensité on peut donner à un barreau une aimantation permanente considérable, à la condition de lui imprimer des chocs pendant qu'il est dans le champ, et qu'il importe d'éviter les trépidations dans les machines à aimants permanents : elles abaissent rapidement la valeur du moment magnétique. »

CHIMIE. — *Sur l'oxydabilité et le décapage de l'étain.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré, dans une précédente Communication ([1]), que l'étain cristallisé déposé, par l'action du zinc, des solutions chimiquement neutres des chlorures stanneux ou stanniques, est très oxydable. Après quelques jours d'exposition à l'air, cet étain renferme une proportion de protoxyde anhydre égale au quart ou au tiers de son poids. Il présente en outre une particularité curieuse : chauffé au contact de l'air, il ne peut être fondu, et se combine à l'oxygène avec incandescence, en brûlant à la manière de l'amadou.

» En continuant l'étude de cet étain partiellement oxydé, j'ai découvert plusieurs faits qui permettent d'expliquer les phénomènes que j'ai signalés, et fournissent en même temps les éléments de la théorie des opérations industrielles connues sous le nom d'*étamage* et de *soudure à l'étain.*

» Tout d'abord, l'oxydation de l'étain cristallisé tient à son état de division, et son infusibilité doit être attribuée à la présence d'une certaine quantité de protoxyde d'étain, réparti à sa surface. Si l'on prépare, en effet, de l'étain, en poudre, en agitant vivement dans une boîte en bois de l'étain pur, fondu, et en séparant, après le refroidissement, la grenaille par le tamis, on constate que cet étain se comporte comme l'étain cristallisé ayant subi déjà une oxydation partielle : quand on le chauffe à l'air, il brûle sans se fondre; il renferme alors une proportion notable de protoxyde d'étain.

» L'étain partiellement oxydé, qu'il provienne de l'étain cristallisé ou de l'étain en poudre, peut néanmoins perdre son infusibilité. On en obtient facilement la fusion, en le chauffant avec un certain nombre de substances dont la pratique a consacré l'emploi pour l'étamage et la soudure à l'étain; telles sont le chlorure de zinc, le chlorhydrate d'ammoniaque et la résine commune, le borax, la soude et la potasse caustique; beaucoup d'autres corps, sans doute, produisent le même résultat.

» J'ai étudié l'action du chlorure de zinc, du sel ammoniac et de la résine, sur l'étain partiellement oxydé.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 5 novembre 1888.

» Les solutions aqueuses de chlorure de zinc n'exercent aucune action sur l'étain oxydé; mais, si l'on chauffe vers 250° un mélange de cet étain avec un peu de chlorure de zinc solide, on obtient un culot brillant d'étain métallique et une scorie brune. Cette scorie se dissout dans l'eau, en abandonnant un précipité blanc. La solution aqueuse, filtrée au bout d'une heure, ne renferme pas d'étain. Le précipité blanc, repris par l'eau distillée, acidulée d'acide chlorhydrique, se dissout en fournissant une liqueur renfermant de l'étain à l'état de chlorure stanneux. Le chlorure de zinc fondu a donc simplement dissous le protoxyde d'étain : il a lavé, pour ainsi dire, la surface de l'étain, et rendu possible la fusion du métal et la formation d'un culot.

» Le sel ammoniac, chauffé avec l'étain infusible, fournit un culot métallique brillant; on observe, en même temps, un dégagement d'ammoniaque et de vapeur d'eau et la formation de chlorure stanneux, suivant l'équation

$$SnO + 2AzH^4Cl = 2AzH^3 + SnCl^2 + H^2O.$$

» En chauffant à l'air un mélange d'étain oxydé et de résine commune, on obtient un culot brillant d'étain métallique, baigné dans la résine fondue. Si l'on dissout, après le refroidissement, la résine en excès dans la benzine et que l'on filtre la solution, on trouve sur le filtre, indépendamment du culot d'étain, un précipité formé de cristaux brillants à éclat métallique, uniquement constitué par de l'étain pur. La résine fondue réduit donc à chaud le protoxyle d'étain, à l'état d'étain métallique.

» Mais, parmi ces différentes actions, celle du chlorure de zinc se montre la plus nette. On peut, au moyen de ce réactif, laver en quelque sorte un culot d'étain de manière à l'obtenir exempt d'oxyde. Il suffit d'immerger rapidement ce culot dans trois bains successifs de chlorure de zinc préalablement fondu. Au troisième traitement, le chlorure de zinc demeure parfaitement limpide, sans changer de couleur, et ne renferme plus une trace de protoxyde d'étain.

» Deux petits culots d'étain, du poids de 5^{gr} environ, complètement débarrassés d'oxyde par le chlorure de zinc fondu, ont été exposés pendant un mois, l'un à l'action de l'air sec, l'autre à l'action de l'air humide, à la température du laboratoire. Au bout de ce temps, on les a traités séparément par le chlorure de zinc fondu. Les deux masses ont été reprises par l'eau, après refroidissement. Les solutions filtrées ont abandonné des précipités blancs floconneux, qui ont été dissous dans l'eau chlorhydrique. Dans chacune des deux solutions, on a trouvé de l'étain en quantités très appréciables et sensiblement égales. Il s'est donc formé, dans ces conditions, de l'oxyde d'étain.

» Si nous rapprochons ces faits de ceux que nous avons précédemment annoncés, nous pouvons dire que l'étain s'oxyde notablement, à la température ordinaire, dans l'air sec et dans l'air humide. Cette conclusion concorde avec les données comparatives que l'on possède sur les chaleurs de formation des oxydes métalliques. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau principe immédiat de l'ergot de seigle, l'ergostérine.* Note de M. C. **Tanret**, présentée par M. Berthelot.

« I. L'ergot de seigle contient une substance cristallisée, que sa grande ressemblance avec la cholestérine a pu faire prendre pour cette dernière. Or, l'étude que je viens d'en faire montre que c'est bien un principe immédiat nouveau, qui diffère par sa composition de la cholestérine animale ou de ses isomères végétaux, mais s'en rapproche par l'ensemble de ses propriétés. C'est pour rappeler cette parenté que je l'appellerai *ergostérine*.

» II. *Préparation.* — On épuise le seigle ergoté par plusieurs fois son poids d'alcool; puis, après distillation, on lave à l'éther l'extrait obtenu. La liqueur éthérée, distillée à son tour, laisse comme résidu une masse huileuse remplie de fins cristaux. On essore à la trompe et au papier brouillard, puis on purifie les cristaux par plusieurs cristallisations, d'abord dans de l'alcool alcalin pour saponifier l'huile qui les souille, ensuite dans de l'alcool pur. Le rendement est d'environ 0,2 pour 1000.

» III. *Composition.* — Les cristaux d'ergostérine contiennent de l'eau de cristallisation qu'ils ne perdent complètement qu'à une température très élevée. Aussi, pour les déshydrater, est-il nécessaire de les dessécher à 110° ou, ce qui est préférable, de les fondre dans le vide. Leur composition peut être représentée par la formule

$$C^{52}H^{40}O^{2}, H^{2}O^{2}.$$

» D'autre part, les analyses du corps anhydre ont donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour $C^{52}H^{40}O^{2}$.	Cholestérine $C^{52}H^{44}O^{2}$.
C.......	84,60	85	84,64	84,78	83,9
H.......	11,06	11,20	11,25	10,86	11,9
O.......	4,34	3,80	4,11	4,36	4,2
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» Pour le corps hydraté $C^{50}H^{40}O^2, H^2O^2$: eau calculée 4,68; trouvé 4,80.

» IV. *Propriétés physiques*. — L'ergostérine cristallise dans l'alcool en paillettes nacrées, et dans l'éther en fines aiguilles. Elle est tout à fait insoluble dans l'eau. Elle se dissout dans 32 parties d'alcool à 96° bouillant et 500 parties, froid; 38 parties d'éther bouillant et 80 parties, froid; 45 parties de chloroforme froid et quelques parties seulement de chloroforme chaud.

» L'ergostérine ([1]) fond à 154° et bout dans le vide sous 2^{cc} de mercure à 185°.

» Elle est lévogyre. Son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -114°$ ($P = 1^{gr}$, $V = 30^{cc},5$ solut. chlorof.; $\alpha = -7°,5$).

» La densité du corps fondu, prise selon le procédé appliqué par Méhu ([2]) à la recherche de la densité de la cholestérine, a été trouvée égale à 1,040.

» V. *Propriétés chimiques*. — L'ergostérine s'oxyde lentement à l'air, en se colorant et devenant odorante. Aux environs de 100°, cette altération est très rapide. Elle n'est pas attaquée par une solution alcaline concentrée et bouillante.

» Comme la cholestérine, dont M. Berthelot a établi la fonction alcoolique, l'ergostérine est un alcool monoatomique. C'est ce qui ressort, en effet, de l'analyse de ses éthers formique, acétique et butyrique, que j'ai pu obtenir cristallisés.

» *Éther acétique* : $C^{56}H^{42}O^2 = C^{52}H^{40}O^2 + C^4H^4O^4 - H^2O^2$. — Cet éther (préparé avec l'acide anhydre) cristallise de sa solution éthérée en paillettes nacrées, anhydres. Il est complètement insoluble dans l'eau et à peine soluble dans l'alcool froid. Il se dissout dans 150 parties d'alcool à 95° bouillant; 27 parties d'éther froid et 16 parties, bouillant. Chauffé lentement, il commence à fondre à 169° en se décomposant; à 176°, la fusion est immédiate. Comme l'ergostérine, il est lévogyre : $\alpha_D = -80°$.

» Il a donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{56}H^{42}O^2$.	Calculé pour l'éther acétique de la cholestérine.
C	81,59	81,95	81,16
H	10,47	10,24	11,11
O	7,94	7,81	7,73
	100,00	100,00	100,00

([1]) Les points de fusion de l'ergostérine et de ses éthers ont été pris avec l'appareil de Maquenne (*Bulletin de la Société chimique*, t. XLVIII, p. 771).

([2]) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 4e série, t. XX, p. 175.

» *Éther formique* : $C^{54}H^{40}O^{4} = C^{52}H^{40}O^{2} + C^{2}H^{2}O^{4} - H^{2}O^{2}$. — L'évaporation de sa solution éthérée le donne également en paillettes. Il est soluble dans 26 parties d'éther froid et 11 parties d'éther bouillant. Il fond à 154°. Il a pour pouvoir rotatoire $\alpha_D = -93°,4$.

» Son analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{54}H^{40}O^{4}$.	Calculé pour l'éther de la cholestérine.
C..................	81,90	81,81	81
H..................	10,30	10,10	11
O..................	7,80	8,09	8
	100,00	100,00	100

» *Éther butyrique* $C^{60}H^{46}O^{2} = C^{52}H^{40}O^{2} + C^{8}H^{8}O^{4} - H^{2}O^{2}$. — Cet éther cristallise difficilement dans l'éther, dans lequel il est extrêmement soluble. Il s'obtient en aiguilles, en précipitant sa solution éthérée par l'alcool. Il est inodore à froid. Il commence à fondre en se décomposant à 95°. Son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -57°$.

» Son analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{60}H^{46}O^{4}$.	Calculé pour l'éther de la cholestérine.
C..................	82,40	82,21	81,5
H..................	10,80	10,50	11,3
O..................	6,80	7,29	7,2
	100,00	100,00	100,0

» VI. *Réactions*. — Traitée par l'acide azotique ou l'acide chlorhydrique et le perchlorure de fer, l'ergostérine donne les réactions colorées de la cholestérine. Mais celle qu'on obtient avec l'acide sulfurique et le chloroforme est absolument différente. Alors que l'acide concentré colore en brun la cholestérine, en la dissolvant incomplètement, et que l'agitation du mélange avec le chloroforme fait passer la plus grande partie du produit coloré dans le chloroforme qui devient jaune orangé, puis vire à l'air au rouge et au violet, l'acide, au contraire, dissout complètement l'ergostérine, et le chloroforme, qui, agité avec le mélange, reste à peu près incolore, n'abandonne par évaporation qu'une trace violet si la quantité de matière employée a été notable. Cette réaction différencie donc nettement l'ergostérine de la cholestérine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'heptine de la perséite.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Dehérain.

« J'ai fait voir récemment, dans une Note relative au poids moléculaire de la perséite (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 583), que cette substance, soumise à l'action réductrice de l'acide iodhydrique, se transforme partiellement en un hydrocarbure C^7H^{12} isomérique de l'œnanthylidène. L'examen de ce produit m'a fait reconnaître qu'il n'appartient à aucune des séries étudiées jusqu'à présent.

» Au contact de l'acide sulfurique, même à 0°, il brunit, dégage de l'acide sulfureux, et donne naissance à un polymère $C^{14}H^{24}$ ainsi qu'à des produits résineux qui se colorent en vert quand on les dissout dans l'alcool.

» L'acide chlorhydrique aqueux, en présence de l'air, lui communique une belle couleur bleu verdâtre.

» L'acide iodhydrique concentré, à la température ordinaire, forme avec l'heptine un iodhydrate $C^7H^{13}I$, distillable dans le vide, qui régénère le carbure C^7H^{12} au contact de la potasse alcoolique. A 150°, l'acide iodhydrique donne des polymères complexes.

» Le chlore exerce une action violente, destructive; le brome réagit énergiquement, à froid, et donne un bibromure cristallisé $C^7H^{12}Br^2$ qui se décompose bientôt en se colorant en vert. L'iode résinifie ce carbure; l'addition de potasse produit ensuite une coloration verte.

» Le bichlorure de mercure attaque très lentement l'heptine et donne un précipité gris rose qui devient noir. Les solutions alcooliques ou ammoniacales de cuivre et d'argent restent sans action.

» L'acide nitrique donne une réaction violente : il se forme des résines et un mélange d'acide acétique et d'acide butyrique.

» En présence de l'air, l'heptine de la perséite s'oxyde rapidement et arrive, dans l'espace de dix jours, à absorber cent fois son volume d'oxygène; par distillation, on peut alors extraire du produit une sorte d'hydrate $C^7H^{14}O^2$ qui cristallise dans l'eau en longues aiguilles blanches paraissant appartenir au système quadratique; le même corps peut s'obtenir en abandonnant le carbure avec un peu d'eau dans un flacon mal bouché; il se colore en vert sous les mêmes influences que le carbure primitif.

» Tous ces caractères, joints aux propriétés physiques de l'heptine de la perséite, nous permettent de l'identifier au carbure décrit par MM. Renard et Morris [1], et extrait par eux de l'essence de résine. Par le gra-

---

[1] Renard, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. I, p. 223; Morris, *Journ. of the chem. Soc.*, t. XLI, p. 174.

cieux intermédiaire de M. Renard, auquel je suis heureux de pouvoir adresser ici mes plus sincères remerciements, j'ai pu me procurer une soixantaine de litres d'essence de résine et réunir environ 1500gr d'heptine, que j'ai comparé directement à l'hydrocarbure de la perséite. Le Tableau qui suit résume les principales données numériques relatives à ces deux produits :

	Carbure de la perséite.	Carbure de la résine.
Ébullition	103°-105°	104°-105°
Densité liquide	0,780	0,797
Densité gazeux (théorie, 3,32)	3,45	3,22
Angle des cristaux d'hydrate	89°30′ à 90°	89°30′ à 90°
Fusion de l'hydrate	105°-106°	105°-106°

» L'écart que l'on constate entre les densités de ces carbures, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeur, tient à ce qu'on n'a pu séparer entièrement l'heptine de la perséite d'une petite quantité d'heptylène C^7H^{14} qui l'accompagne toujours.

» Au moyen de l'heptine extrait des essences de résine, j'ai pu m'assurer que la coloration verte que prend ce produit dans une foule de réactions est le résultat d'une oxydation et d'une polymérisation simultanées : à ce point de vue, l'heptine est à rapprocher du principe chromogène de la résine de gaïac.

» J'ai reconnu en même temps que l'acide chlorhydrique concentré, à 150°, donne avec l'heptine un produit d'addition $C^7H^{13}Cl$ qui distille à 55° dans le vide et régénère l'heptine quand on le traite par la potasse, l'ammoniaque alcoolique, les acétates, ou même par le zinc-éthyle. Ce chlorhydrate se colore immédiatement au contact du brome et ne peut être attaqué que par substitution.

» Cette circonstance, jointe à l'observation déjà signalée par M. Renard que l'heptine fixe seulement deux atomes de brome, prouve que ce carbure est un corps cyclique et nous autorise à rejeter la formule

$$C^3H^7-CH=C=CH-CH^3 \text{ (méthylpropylallène)}$$

proposée par M. Morris.

» Quant à la nature de la chaîne fondamentale de l'heptine, il est impossible encore de rien préciser : l'oxydabilité de ce carbure, la faculté qu'il possède de donner un hydrate cristallisé, enfin la facilité avec laquelle il se polymérise le rapprochent des terpènes et, par conséquent, de la série

aromatique; mais, d'autre part, la coloration verte qu'il prend quand on l'oxyde en présence d'un acide fort rappelle une propriété bien connue du furfurane et de ses dérivés, comme par exemple l'hydrofurfurane de Henninger, l'acide furfuracrylique de Baeyer ou la furoïne : on peut donc rapporter l'heptine à la série du tétraméthylène, aussi bien qu'à celle de la benzine (¹).

» En résumé, l'heptine est un carbure cyclique non saturé, une sorte d'hydrure incomplet, comparable par sa structure moléculaire aux terpènes, et dérivant, soit de la série aromatique, soit du furfurol (ou du fucusol).

» La production si facile de ce corps dans la réduction de la perséite constitue un rapprochement fort curieux et non encore signalé entre les sucres proprement dits et les substances résineuses. »

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la constitution chimique et la valeur industrielle du latex concrété de* Bassia latifolia *Roxb*. Note de MM. **Édouard Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. A. Chatin.

« Dans une précédente Communication, nous avons fait connaître la nature et la composition chimique du latex de *Bassia latifolia*, et nous avons indiqué que ce suc est capable de fournir une gutta (²).

» Elle se présente sous l'aspect d'une masse compacte, blanc rosé, assez dure à la température ordinaire, mais se ramollissant facilement quand elle est malaxée, ce qui n'arrive pas à la vraie gutta des *Palaquium ;* puis, cette masse finit par devenir très adhérente à la main qui la pétrit.

» Soumise à la dessiccation dans l'étuve à 105°, elle perd près de 60 pour 100 de son poids d'eau. En opérant sur $9^{gr},79$, nous avons trouvé $5^{gr},705$ comme perte d'eau évaporée égale à 58,31 pour 100.

» Pour la débarrasser des matières étrangères (bois) qui la souillent, nous la trai-

---

(¹) M. Renard, en se fondant surtout sur ce fait que l'heptine donne une certaine quantité de toluène par la pyrogénation, considère ce produit comme un tétrahydrure de toluène.

(²) Cette dernière nous a été fournie par M. Potier, Directeur du Jardin botanique de Saint-Denis (île de la Réunion). Il a pu obtenir, non sans difficulté, de cet arbre introduit dans notre colonie africaine, une petite quantité de suc, qu'il a fait concréter par l'acide sulfurique. La gutta ainsi concrétée nous a été adressée très fraîche, et a fait l'objet de notre examen.

tons par l'eau chaude ou par l'eau aiguisée d'acide sulfurique, et nous brassons constamment avec des agitateurs. Au bout d'un temps plus ou moins long, on finit par obtenir un produit mou qui se laisse malaxer entre les doigts, mais très adhésif.

» Privée de son eau d'interposition, après avoir été fortement exprimée et desséchée au bain-marie, cette substance de couleur brun clair durcit au bout de quelques jours et se recouvre par ci par là d'un enduit blanc pareil à un mur salpêtré. Ce dépôt, enlevé avec la pointe d'un scalpel, se dissout instantanément dans le chloroforme et dans le sulfure de carbone, plus difficilement dans l'alcool froid. L'alcool bouillant et l'acétone lui enlèvent environ les trois quarts de son poids. En opérant sur 3gr de matière, il ne nous est resté qu'un résidu de 0gr,82.

» La partie dissoute, filtrée bouillante, se dépose sous forme de grumeaux, sans trace de cristaux. La solution acétonique ou alcoolique concentrée se réduit en une masse sirupeuse, incolore, transparente, qui, après dessiccation complète, présente l'apparence de la gomme et se laisse aisément pulvériser.

» L'acide sulfurique concentré colore la substance en jaune, puis en brun.

» L'addition de chloroforme ne modifie pas la nuance. En ajoutant à ce mélange une trace de chlorure ferrique et abandonnant au repos, il se produit une couche supérieure rosée qui bleuit avec le temps. Cette réaction, qui présente une grande analogie avec celle de la *cholestérine*, n'est pas due à la présence de ce composé, ainsi que nous nous en sommes assurés par des expériences variées.

» Chauffée avec l'acide nitrique concentré et fumant, elle ne fournit pas d'acide picrique. L'acide chlorhydrique concentré n'a pas d'action sur elle. La potasse caustique concentrée ne l'attaque pas : la potasse fondue, de même.

» Chauffée dans un tube à essai, la substance se décompose lentement sans fournir de produit cristallin après refroidissement.

» L'analyse élémentaire nous a donné les résultats suivants :

» Matière employée : 0,200.

CO^2	0,5446	d'où	C pour 100	74,2804
H^2O	0,1802		H	10,4621
			O	15,2575
				100

» Ces nombres conduisent à la formule $C^8H^{12}O$.

» Le composé diffère donc, par ses propriétés et par sa composition, de ceux que nous avons étudiés sous le nom de *Gutta du Soudan* (*Bassia Parkii*), des îles de la Sonde et d'Abyssinie (*Mimusops et Payena*).

» La partie insoluble dans l'alcool et l'acétone présente la consistance de la gutta ordinaire, mais elle est plus adhésive et durcit beaucoup plus facilement qu'elle. Seule, elle ne pourrait pas servir aux mêmes usages que la gutta du commerce vraie ; mais, associée à parties égales avec cette dernière, elle peut être employée à la confection des moules pour galvanos.

Le mélange se laisse malaxer facilement dans l'eau tiède et sa manipulation est aussi aisée que celle de la gutta vraie de première qualité.

» Cette gutta, soumise à l'incinération, laisse un résidu entièrement blanc, qui renferme un peu de *chlorure de sodium*, de *phosphate* et surtout de *sulfate de chaux*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la virulence des parasites du choléra.* Note de M. **Hueppe**, présentée par M. Duclaux.

« M. Gamaleïa a publié récemment qu'il avait pu renforcer, par passages au travers du pigeon, la virulence du bacille cholérique; dans un travail plus récent, M. Lœwenthal annonce être arrivé au même résultat par simple culture dans un milieu approprié, analogue au magma intestinal, et dans lequel le suc pancréatique joue le principal rôle. Après avoir cherché une substance inoffensive pour l'homme et capable d'empêcher le développement du bacille dans sa pâte pancréatique, il dit « qu'il a fini par la trouver » dans le *salol*, dont il recommande l'emploi à la suite d'expériences *in vitro*, et après s'être simplement assuré, sur lui-même, de l'innocuité de cette substance à faibles doses.

» Sans vouloir nier ce qu'il peut y avoir de nouveau dans les Communications de ces deux savants, je me crois pourtant autorisé à rappeler que, dans le Congrès de Médecine interne tenu le 10 avril 1888 à Wiesbaden, et auquel M. Lœwenthal était présent, j'avais montré le premier les variations de virulence du bacille cholérique dans les cultures, et que, après avoir cherché contre lui des moyens thérapeutiques à *indication causale*, j'avais donné la première place, au double point de vue physiologique et pharmacologique, au tribromophénol, au salicylate de bismuth et au *salol*. Je n'étais d'ailleurs pas le premier à avoir préconisé le salol contre le choléra; j'avais été précédé par Sahli.

» Depuis, dans un article antérieur aux Communications de MM. Gamaleïa et Lœwenthal, et qui a paru dans le *Centralblatt für Bakteriologie* (t. V, p. 80), j'ai montré qu'une simple culture de bacilles cholériques peu ou point virulents dans un milieu convenable où ils mènent une vie anaérobie, dans l'albumine d'un œuf, donne au liquide de culture des qualités toxiques, qu'il ne prend pas, ou ne prend qu'au bout d'un temps très long dans les cultures sur milieux ordinaires, à vie aérobie. C'est ainsi qu'une culture de quarante-huit heures dans l'albumine d'un œuf devient assez toxique pour tuer deux cochons d'Inde sur trois et rendre le dernier

très malade, alors que quatre semaines de culture aérobie dans du bouillon ne donnent qu'un liquide à peine virulent. Un de mes élèves, M. Wood, a retrouvé et vérifié ces résultats dans un travail qui va bientôt paraître.

» Je les attribue à ce que, dans la culture anaérobie, les ptomaïnes et produits basiques résultant de la dislocation de la matière albuminoïde ne sont pas ultérieurement détruits, tandis qu'ils sont oxydés dans la vie aérobie. C'est une analogie avec la production des acides gras volatils dans la fermentation des hydrates de carbone.

» Quoi qu'il en soit de cette idée, on peut se demander si ce ne serait pas dans le mode particulier de vie anaérobie que MM. Gamaleïa et Lœwenthal imposent à leur microbe, l'un dans le corps du pigeon, l'autre dans la pâte gardée en profondeur dans une éprouvette, que gît le secret des variations de virulence observées. Dans tous les cas, les faits que j'ai publiés, en rattachant l'activité toxique et virulente du bacille du choléra à sa vie anaérobie dans l'intestin, ont fait faire à la question du choléra humain un progrès incontestable. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de filières chez les Myriopodes.* Note de M. **Jules Chalande**, présentée par M. Milne-Edwards.

« L'un des principaux caractères des Aranéides consiste dans la présence, à l'extrémité de l'abdomen, de filières ou tubes servant à l'écoulement de la sécrétion de glandes fileuses. L'existence d'organes analogues n'avait pas été constatée jusqu'ici chez les Myriopodes. Cependant M. Fabre, d'Avignon ([1]), ayant remarqué que les spermatophores des Géophiles sont déposés sur des réseaux formés de filaments aranéeux, en a conclu que les Chilopodes doivent les filer eux-mêmes, avec la sécrétion de leurs glandes génitales. Mes observations sur ces animaux ne m'ont pas encore révélé l'existence de faits précis, démonstratifs de l'opinion exprimée par cet habile observateur.

» J'ai été plus heureux sur une autre espèce, la *Scolopendrella immaculata* Newp. Ce Myriopode, qui a été détaché de l'ordre des Chilopodes, pour former celui des Symphiles (Latzel), présente cette particularité remarquable de posséder un appareil composé de deux glandes distinctes, débouchant dans les deux appendices placés à la marge de l'anus.

([1]) *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 4e série, t. III, p. 305.

» Ces glandes, qui sont situées de chaque côté du corps de l'animal, ont la forme d'un tube allongé terminé en cul-de-sac, vers le cinquième segment anal. Elles offrent à considérer une partie antérieure et une partie postérieure. La première constitue la glande proprement dite, la deuxième son canal excréteur. La partie glandulaire égale environ les $\frac{2}{3}$ de la longueur totale de l'organe; sa surface externe est bosselée et recouverte d'un réseau irrégulier formé de fibres musculaires entre-croisées. La glande elle-même est creusée d'une cavité unique, ample, remplie par la substance sécrétée; la paroi est formée par un épithélium pavimenteux à petites cellules chargées de fines granulations, que limite en dehors une basale épaisse et très résistante. Le canal excréteur est nettement indiqué, extérieurement par la disparition du réseau musculaire, et intérieurement par celle des cellules de revêtement, en même temps que par une diminution sensible de l'épaisseur des parois. Il débouche, comme il a été dit, dans l'appendice anal qui lui correspond.

» Ces appendices terminaux sont, comme on sait, formés d'un seul article lancéolé, hérissé de poils et terminé par une épine longue et forte. M. Fabre [1], qui considérait ces singuliers Myriopodes pour de jeunes *Cryptops*, avait pris ces deux appendices pour les rudiments des pattes anales.

» Chaque appendice est creusé d'une cavité dont le diamètre est supérieur à celui du canal excréteur; à son extrémité, à la base même de l'épine terminale, se trouve une petite ouverture destinée à donner passage au produit de la sécrétion. Le liquide sécrété par la glande est remarquable par sa grande viscosité; il ne se mêle ni à l'eau ni à la glycérine. Arrivé au contact de l'air, il se durcit rapidement.

» Il est facile de constater que ce produit de sécrétion est porté à l'extérieur par les orifices des appendices terminaux; on remarque en effet, en faisant tomber l'animal, qu'il reste suspendu à l'objet d'où on l'a précipité par un fil d'une extrême ténuité. Ce fil sort du corps de l'animal par l'ouverture des appendices décrits ci-dessus : appendices qui constituent, par conséquent, de véritables filières. Ces fils seraient entièrement comparables à ceux des Aranéides, s'ils possédaient la même élasticité; mais ils s'en distinguent nettement par leur fragilité, qu'on ne saurait mieux comparer qu'à celle d'un fil de verre.

---

[1] *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 4e série, t. III, p. 311 et fig. 25.

» Il résulte de ces observations : 1° que la *Scolopendrella immaculata* possède un appareil glandulaire destiné à sécréter un liquide susceptible de se durcir à l'air et de former des fils assez semblables à ceux que filent les Araignées; 2° que les appendices anals constituent de véritables filières. »

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme foliaire des Abiétinées.*
Note de M. **Aug. Daguillon** (1).

« On sait que beaucoup d'espèces végétales présentent des variations dans la forme de leurs feuilles successives à partir de la germination. On a déjà signalé, par exemple, chez plusieurs espèces de Pins, deux formes assez sensiblement différentes : la forme primordiale et la forme définitive. La forme primordiale succède immédiatement aux cotylédons et se conserve pendant la première année ou les premières années; elle est représentée par des feuilles éparses, finement dentelées sur leurs bords. A la forme définitive appartiennent des feuilles à peu près lisses, fasciculées, groupées deux par deux, trois par trois, cinq par cinq, suivant les espèces (2).

» J'ai voulu rechercher si cette existence de feuilles primordiales n'a pas chez les Conifères un caractère de généralité, et analyser les différences anatomiques qui correspondent à ce polymorphisme extérieur. La présente Note a pour but de faire connaître les conclusions que m'a fournies l'étude des Abiétinées vraies (*Pinus, Abies, Picea, Larix, Cedrus*).

» Chez les Pins, l'existence de feuilles primordiales est absolument constante. Ces feuilles se distinguent de celles de la plante adulte : 1° par leur distribution à la surface de la tige, où le cycle foliaire est facile à reconnaître, tandis qu'il l'est beaucoup moins à la surface des rameaux très courts qui portent les feuilles fasciculées ; 2° par l'aspect de leur épiderme, velu aux angles de la feuille et toujours pourvu de stomates à ses deux faces, même dans le cas exceptionnel (*Pinus strobus*) où les feuilles fasci-

---

(1) Travail fait au laboratoire de recherches botaniques de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) Schacht, *Der Baum*, Bonn, 1860 ; Carrière, *Traité général des Conifères*, Paris, 1867 ; Bertrand, *Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères*. Paris, 1874.

culées n'en portent qu'à la face supérieure ; 3° par l'absence presque absolue des fibres hypodermiques qui fournissent aux feuilles fasciculées au moins une assise protectrice ; 4° par la structure de la nervure centrale, dont le faisceau libéroligneux reste toujours indivis, tandis que dans les feuilles fasciculées il se bifurque fréquemment (*P. silvestris, P. maritima,* etc.).

» Dans les Sapins (genre *Abies*), j'ai reconnu que les feuilles primordiales se présentent, d'une manière générale, sous la forme d'un verticille unique dont les pièces alternent avec celles du verticille cotylédonaire. Elles diffèrent des feuilles définitives par quelques caractères importants : 1° par leur mode d'insertion (elles sont verticillées au lieu d'être alternes) ; 2° par le nombre de leurs stomates, dont les deux bandelettes, situées à la face inférieure de la feuille, comprennent un moins grand nombre de files longitudinales ; 3° par le développement du sclérenchyme hypodermique, nul ou à peine indiqué ; 4° par la structure de la nervure centrale, qui ne comprend qu'un faisceau libéro-ligneux simple et peu de sclérenchyme.

» Les modifications qui conduisent du premier type au second se manifestent peu à peu, quand on cherche à les suivre depuis les feuilles primordiales jusqu'aux feuilles qui ont atteint leur maximum de différenciation.

» Chez les Épicéas (g. *Picea*), les feuilles primordiales affectent la même diposition alterne que celles de l'arbre adulte ; mais elles se distinguent de celles-ci par plusieurs caractères : leurs quatre arêtes, au lieu d'être lisses, présentent une fine denticulation, due à des poils épidermiques ; l'hypoderme, qui dans les feuilles définitives formera au moins une assise continue, est absent ou à peine indiqué ; le faisceau libéro-ligneux de la nervure centrale reste indivis, au lieu d'être dédoublé par une large lame de tissu conjonctif, comme dans les feuilles définitives ; quant au sclérenchyme, qui dans l'arbre adulte forme un cordon continu au-dessous de ce faisceau, il n'est qu'ébauché dans les feuilles primordiales.

» On sait que les Mélèzes adultes (g. *Larix*) portent deux sortes de feuilles, toutes caduques : les unes visiblement alternes, insérées sur de longues pousses ; les autres fasciculées, insérées sur de très courts rameaux nés à l'aisselle des feuilles longues. La plante jeune ne porte que des feuilles alternes, longues et aplaties. Bien que la comparaison de ces feuilles avec celles des longues pousses d'un arbre adulte ne révèle pas des

différences aussi nettes que dans les cas précédents, elle m'a encore montré chez les feuilles primordiales l'absence totale de l'assise hypodermique qui, dans certaines espèces, caractérise la feuille définitive, et le très faible développement du sclérenchyme adjacent à la face libérienne du faisceau.

» Les Cèdres adultes (g. *Cedrus*) portent aussi deux sortes de feuilles, mais toutes persistantes : des feuilles éparses sur les longues pousses, et des feuilles fasciculées sur les courtes. La plante jeune ne porte souvent que des feuilles éparses, qui diffèrent moins encore que dans le genre précédent des feuilles définitives ; c'est ainsi que le sclérenchyme hypodermique y forme constamment une assise continue, déjà ébauchée dans les cotylédons, contrairement à ce qui se passe dans les *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix*. Toutefois, le sclérenchyme adjacent au faisceau libéro-ligneux y est moins développé que dans les feuilles définitives.

» Remarquons que le sclérenchyme péricyclique, qui accompagne la nervure dans les feuilles d'Abiétinées, comprend deux sortes d'éléments : 1° des cellules à membranes lignifiées et ornées de ponctuations aréolées ; 2° des fibres à membranes épaisses et lisses. J'ai constaté, d'une manière générale, que les cellules aréolées apparaissent en premier lieu et souvent existent seules dans les feuilles primordiales ; ce n'est que plus tard qu'on voit s'y ajouter les fibres lisses, dont le développement complet caractérise les feuilles définitives.

» On peut résumer ces observations en disant que l'existence de feuilles primordiales, c'est-à-dire intermédiaires aux cotylédons et aux feuilles de la plante adulte, est assez constante chez les Abiétinées. Le passage de la forme primordiale à la forme définitive se fait sans transition, comme dans les Pins, ou par gradations insensibles, comme dans les Sapins. Ce passage est caractérisé presque toujours par le développement progressif de l'hypoderme et du sclérenchyme adjacent au système libéro-ligneux, et dans certains genres par le dédoublement de la nervure centrale en deux faisceaux, sous un endoderme commun ; en un mot, par une différenciation croissante dans la morphologie interne de l'organe. »

M. A. **Kervran** adresse, de Quimper, plusieurs Notes relatives à la théorie des parallèles.

M. **E. Cadoret** adresse une Note relative aux composés chlorés de l'acide gallique et à leurs dérivés.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 janvier 1888.

(*Suite.*)

Results of meridian observations, made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope, during the years 1882, 1883, 1884 *and till* 1885, *feb.* 8; *under the direction of* David Gill. London, Darling and Sons; 1 vol. gr. in-8°.

On the variations on the instrumental adjustments of the Cape transit-circle; by. W.-H. Finlay (*Annals of the Cape Observatory*); vol. II, Part 2; br. in-4°.

Spectroscopic and photographic observations made at the Royal Observatory, Greenwich, 1886-1887 (Extracted from the Greenwich observations, 1886-1887); 2 vol. gr. in-4°.

Synthetische Untersuchungen über Flächen dritter Ordnung; von Dr Rudolf Sturm. Leipzig, B.-G. Teubner, 1867; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 janvier 1889.

Sur l'origine des étoiles filantes; par Th. Bredichin. Moscou, 1888; br. in-8°.

Cours d'Astronomie pratique. — Application à la Géographie et à la Navigation; par E. Caspari. Deuxième Partie : *Détermination des éléments géographiques. Applications pratiques.* Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Annales hydrographiques. 2e série, 3e Volume de 1888. Paris, Imprimerie nationale, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Études sur les Mammifères et les Oiseaux des îles Comores; par MM. Alphonse Milne-Edwards et E. Oustalet. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.*) Paris, G. Masson, 1884; 1 vol. in-4°.

Catalogue raisonné des Échinodermes recueillis par M. V. DE ROBILLARD *à l'île Maurice; par* P. DE LORIOL. Genève, H. Georg, 1883-85; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Cotteau.)

Illustrationes Floræ atlanticæ, auctore E. COSSON. Fasc. III. Parisiis, venit apud G. Masson, MDCCCLXXXVIII; in-f°.

Association française pour l'avancement des Sciences. 17e session : *Oran.* Paris, G. Masson, 1888; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, huitième série, tome X. Toulouse, Douladoure-Privat, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Dictionnaire topographique et mathématique des Communes de France; par MM. EUGÈNE CORSIN et PETIT-CUENOT. Paris, J. Michelet, 1889; 1 vol. in-12.

La France actuelle. Quelques études d'Économie politique et de Statistique; par M. RAMON FERNANDEZ. Paris, Ch. Delagrave, 1888; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

Recherches expérimentales sur l'hyperthermie et les causes de la mort dans celle-ci; par le Dr H. VINCENT. Paris, Octave Doin, 1887; br. gr. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Botany for academies and colleges; by ANNIE CHAMBERS-KETCHUM. Philadelphia, J.-B. Lippincott Company, 1889; vol. in-18.

Annual Report of the curator of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, to the President and Fellows of Harvard College for 1887-88. Cambridge, John Wilson and Son, 1888; br. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

Annales des conducteurs des Ponts et Chaussées et des garde-mines. — Annales de Chimie et de Physique. — Journal de l'Agriculture. — Le messager agricole du Midi. — Journal d'Agriculture pratique. — Revue scientifique. — La Nature. — Revue du cercle militaire. — Le canal de Suez. — L'éducation physique, bulletin de la Ligue nationale de l'éducation physique. — Journal de l'éclairage au gaz. — Moniteur industriel. — Chronique industrielle. — Annales industrielles. — Bulletin de l'Académie de Médecine. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. — Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris. — L'Abeille médicale. — Gazette des hôpitaux. — La France médicale. — La Tribune médicale. — L'Art dentaire.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JANVIER 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot**, en présentant à l'Académie la 4e livraison de la *Collection des Alchimistes grecs,* qu'il vient de publier (1), s'exprime comme il suit :

« Cette livraison renferme les Tables analytiques et les Index alphabétiques de l'introduction, du texte grec et de la traduction, Tables et Index qui constituent le complément nécessaire de cette grande publication : elle comprend environ 1300 pages de texte in-4°, avec variantes, figures, notes et commentaire perpétuel. Ce sont les preuves à l'appui des découvertes que j'ai exposées sur les connaissances pratiques et sur les théories philosophiques des alchimistes, dans mes recherches sur *les Origines de l'Alchimie;* j'ai réussi par là à faire entrer dans l'histoire positive cette science singulière, réputée purement chimérique et citée jusqu'ici comme la preuve des aberrations de l'esprit humain. »

(1) En collaboration avec M. Ch.-Em. Ruelle. In-4°, chez Steinheil.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un point de la question des plaques élastiques homogènes.* Note de M. **H. Resal.**

« Les géomètres qui se sont occupés de cette question se sont basés sur une hypothèse relative aux expressions des dilatations tangentielles, qui paraît, au premier abord, se rapporter exclusivement au choix des axes coordonnés Ox, Oy situés dans le plan du feuillet moyen à l'état naturel. Toutefois l'équation aux différentielles partielles du quatrième ordre à laquelle on arrive est indépendante de la position de ces axes. C'est donc encore la fin qui justifie les moyens.

» Je me propose, dans cette Note, de faire dépendre l'hypothèse dont il s'agit d'une hypothèse plus générale, indépendante *a priori* du choix des axes ci-dessus.

» Je ne reviendrai pas sur les considérations qui conduisent à négliger la variation de l'épaisseur de la plaque déformée, la dilatation du feuillet moyen, et le carré des inclinaisons de ses tangentes sur le plan xOy.

» On voit d'abord que tout point M_0 du feuillet moyen plan viendra se placer en M sur la perpendiculaire en M_0 à ce feuillet.

» Concevons que l'on trace la série des lignes de courbure du feuillet moyen déformé; les projections de ces lignes sur xOy, au degré d'approximation convenu, détermineront un réseau orthogonal.

» J'admettrai, en donnant ainsi de l'extension à l'une des hypothèses fondamentales sur lesquelles repose la résistance des matériaux, que les normales matérielles à xOy aux points de la projection d'une ligne de courbure restent normales au feuillet moyen déformé. Ces dernières normales détermineront évidemment dans chaque feuillet une ligne de courbure.

» Soient

m_0 le point correspondant à M_0 du feuillet non déformé défini par l'ordonnée z;
m la position qu'il prend après la déformation (par hyp. $Mm = M_0m_0$);
mx', my' les tangentes aux lignes de courbure passant par m;
R, R' les rayons de courbure des sections principales Mmx', Mmy' du feuillet moyen;
mt une droite tracée dans le plan $x'my'$ faisant l'angle α avec mx'.

» Un raisonnement connu conduit à poser

$$\delta_{x'} = \frac{z}{R}, \qquad \delta_{y'} = \frac{z}{R'},$$

et une formule de Saint-Venant donne

$$\delta_t = \delta_{x'} \cos^2\alpha + \delta_{y'} \sin^2\alpha + \gamma_{x'y'} \sin\alpha \cos\alpha.$$

» Il est plausible d'admettre que $\gamma_{x'y'}$ est nul en raison de la symétrie de la surface du feuillet (r) à une distance infiniment petite de part et d'autre des lignes de courbure. Une autre considération conduit à ce résultat : car le lieu des index de p_t dans le plan $x'my'$ est une ellipse dont les axes coïncident naturellement avec ceux de l'indicatrice, ce qui entraîne la condition $p_{x'y'} = 0$ ou $\gamma_{x'y'} = 0$.

» On a donc

$$\delta_t = r\left(\frac{\cos^2\alpha}{R} + \frac{\sin^2\alpha}{R'}\right)$$

ou

$$\delta_t = \frac{r}{\rho},$$

en désignant par ρ le rayon de courbure de la section normale au feuillet moyen menée suivant mt. C'est ce qu'il s'agissait d'établir, car on peut substituer maintenant à mt la parallèle en M_0 à sa projection sur xOy. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les Hématozoaires observés par M. Laveran dans le sang des paludiques.* Note de M. **Bouchard.**

« Une Note récente de M. Laveran, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, me conduit à signaler l'importance d'une découverte qui remonte à dix années et qui, contestée pendant longtemps, me paraît aujourd'hui inattaquable. L'importance de cette découverte ne résulte pas seulement de l'influence désastreuse exercée par la fièvre intermittente à toutes les époques de l'histoire de l'humanité. Si M. Laveran a démontré, le premier, que cette maladie est parasitaire, il a, en faisant cette découverte, donné le premier exemple, chez l'homme, d'un parasitisme animal où l'agent pathogène semble être placé sur l'échelon le plus inférieur de la vie animale. Si la plupart des maladies infectieuses de l'homme et des animaux relèvent du microbisme végétal, la plus importante des maladies

infectieuses de l'homme dépend du microbisme animal. J'ajoute que le parasite observé par M. Laveran en Algérie a été retrouvé en France, en Corse, en Italie, en Russie, à Madagascar, au Tonkin, en Amérique, et qu'il est le même que l'organisme signalé plus récemment par MM. Marchiafava et Celli dans le sang des paludiques. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les termes élémentaires dans les coordonnées d'une planète*. Note de M. **Hugo Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Ch. Hermite.)

« Permettez-moi d'ajouter quelques mots à ma Communication récente.

» En vertu des équations (1), on peut se former une idée de la valeur maximum que puisse acquérir un des coefficients $\varkappa_i$, ϑ_i ayant une valeur quelconque, même évanouissante. Dans ce but, nous allons chercher l'équation du troisième degré dont la solution donne la valeur de $\varkappa_i$, les autres coefficients étant supposés connus. Pour rendre les formules plus simples, j'ai introduit les notations suivantes

$$3p_i = \frac{4}{3}\frac{\vartheta_i}{\beta} - \varkappa_1^2 - \varkappa_2^2 - \ldots - \varkappa_{i-1}^2 - \varkappa_{i+1}^2 - \ldots,$$
$$2q_i = \frac{4}{3}\frac{\gamma_i}{\beta},$$

et j'obtiens, en vertu des équations (1),

$$\varkappa_i^3 - 3p_i\varkappa_i - 2q_i = 0, \tag{5}$$

d'où il résulte

$$\varkappa_i = \sqrt[3]{q_i + \sqrt{-p_i^3 + q_i^2}} + \sqrt[3]{q_i - \sqrt{-p_i^3 + q_i^2}}.$$

» En considérant d'abord le cas où

$$p_i^3 \leqq q_i^2,$$

on conclurait de la formule que nous venons d'obtenir une valeur déterminée de $\varkappa_i$, puisque l'équation du troisième degré ne nous fournit qu'une seule racine réelle. Si l'on pose

$$p_i^3 = hq_i^2,$$

la formule précédente nous donne immédiatement

$$\varkappa_i = \sqrt[3]{q_i}\left(\sqrt[3]{1+\sqrt{1-h}} + \sqrt[3]{1-\sqrt{1-h}}\right),$$

ce qui montre que, dans le cas dont il s'agit maintenant, la valeur maximum de $\varkappa_i$ est

$$(6) \qquad \varkappa_i = 2\sqrt[3]{q_i} = 2\sqrt[3]{\frac{2}{3}\frac{\gamma_i}{\beta}}.$$

» Venons maintenant à l'autre cas. Si nous admettons

$$p_i^3 \geqq q_i^2,$$

ou bien

$$h \geqq 1,$$

et que nous introduisions dans l'équation (5) la valeur

$$p_1 = h^{\frac{1}{3}} q^{\frac{2}{3}},$$

l'équation qui en résulterait, à savoir

$$(7) \qquad \varkappa_i^3 - 3h^{\frac{1}{3}} q_i^{\frac{1}{3}} \varkappa_i - 2q_i = 0,$$

admet évidemment trois racines réelles, et il nous faut choisir entre elles la racine, qui devient très petite si h acquérait de grandes valeurs. Il est aisé de voir que cette racine a une valeur négative. En introduisant, au lieu de $\varkappa_i$, une autre inconnue, liée à la première par la relation

$$\varkappa_i = -\frac{2}{3}\left(\frac{q_i}{h}\right)^{\frac{1}{3}} \varkappa = -\frac{2}{3}\frac{q_i}{p_i} x,$$

on aura tout d'abord

$$x = 1 + \frac{4}{27h} x^3;$$

d'où l'on voit facilement qu'il y a pour chaque valeur de h, entre 1 et ∞, une valeur positive de x qui tombe toujours entre 1 et $\frac{2}{3}$. Pour $h = 1$, nous aurons la valeur maximum de $\varkappa_i$, à savoir

$$(7) \qquad \varkappa_i = -\sqrt[3]{q_i}.$$

» Les résultats que nous venons d'établir sont parfaitement d'accord avec ceux qui découleraient des équations (1), en y développant les déno-

minateurs suivant les puissances de $\beta \varkappa_i^2$. Au contraire, les valeurs de $\varkappa_i$, données par l'équation (6) et par l'équation (7), et qui sont valables, toutes les deux, pour $h = 1$, sont évidemment en contradiction. Comment donc expliquer cette apparition étrange de deux résultats entièrement incompatibles l'un à l'autre? En voici la raison :

» Selon la remarque signalée plus haut, relativement aux signes des coefficients $\varkappa_i$, il faut que le dénominateur $\vartheta_i - N$ change le signe sans passer par zéro, si ϑ_i diminue à partir d'une valeur $\vartheta > N$ jusqu'à une valeur $\vartheta < N$. Or la différence $\vartheta_i - N$ pouvant s'exprimer comme racine de l'équation du troisième degré ci-dessous

$$\vartheta_i - N = -\frac{3}{4}\frac{\beta\gamma_i^2}{(\vartheta_i - N)^2} + \frac{9}{4}(\beta h)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{2}{3}\gamma_i\right)^{\frac{2}{3}},$$

qu'on obtient en partant de l'équation (2), on ne saurait remplir la condition signalée sans changer les racines de cette équation, ce qui entraîne la discontinuité de la fonction $\vartheta_i - N$. Mais l'équation en $\vartheta_i - N$ se peut écrire aussi de la manière suivante

$$\vartheta_i - N = -\tfrac{3}{4}\beta\varkappa_i^2 + \tfrac{9}{4}\beta p_i = -\frac{\gamma_i}{\varkappa_i};$$

d'où l'on voit qu'elle est identique avec l'équation (5). Nous en concluons que les $\varkappa_i$ sont aussi des fonctions discontinues, le rapport h étant considéré comme la variable indépendante. C'est la discontinuité de ces fonctions qui est la cause de l'ambiguïté que nous venons de trouver dans la détermination de la valeur maximum du coefficient $\varkappa_i$, h étant égale à l'unité. Mais, malgré la propriété d'être discontinues, les fonctions dont il s'agit ne deviennent pas du tout infinies; elles restent, au contraire, très petites et elles ne surpassent pas la valeur

$$2\sqrt[3]{\frac{2}{3}\frac{\gamma_i}{\beta}}.$$

» La détermination de la valeur de N au moyen de l'équation (2) peut devenir, il est vrai, très pénible, s'il y a des valeurs de ϑ_i qui correspondent de très près à la valeur $h = 1$; néanmoins, on trouvera une valeur déterminée de l'inconnue.

» En conséquence des résultats obtenus, il est évident que la série des coefficients $\varkappa_i$ converge plus rapidement que la série

$$\sqrt[3]{\gamma_1} + \sqrt[3]{\gamma_2} + \sqrt[3]{\gamma_3} + \ldots,$$

ce qui nous garantit la convergence des termes élémentaires. La convergence de ces termes étant établie, on peut, pour les déterminer numériquement, utiliser les méthodes proposées dans la Communication *On the determination of the radius vector in the absolute orbit of the planets*, inséré dans les *Monthly Notices of the royal astronomical Society*, à Londres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le mode de répartition de la vapeur d'eau dans l'atmosphère*. Note de M. **A. Crova.**

« Dans un précédent travail fait en collaboration avec M. Houdaille [1], nous avons donné les résultats des observations conjuguées faites le 28 août 1888 à Bedoin et au sommet du mont Ventoux. Il est facile d'en déduire le mode de répartition de la vapeur d'eau à diverses altitudes.

» Les deux séries d'observations actinométriques discontinues faites le même jour, à des altitudes de 1900^{m} au Ventoux, et de 309^{m} à Bedoin, nous ont conduits aux formules suivantes :

$$\text{Ventoux....}\quad y=\frac{1,971}{(1+x)^{0,447}},\qquad \text{Bedoin.....}\quad y'=\frac{1,888}{(1+x')^{0,526}}.$$

» En prenant pour unité de masse ou d'épaisseur atmosphérique la masse comptée, suivant la verticale, du niveau de la mer, à la pression de 760^{m}, aux limites de l'atmosphère, la fraction de la masse atmosphérique comprise entre Bedoin et le Ventoux, suivant la même direction, sera

$$m=\frac{738,1-609,6}{760}=0,169,$$

la pression barométrique moyenne pendant la durée des observations ayant été $609^{mm},6$ au Ventoux et $738^{mm},1$ à Bedoin.

» Faisant dans les formules précédentes $x=1$ $(H=760)$, l'unité de chaleur prise aux limites de l'atmosphère devient, après avoir traversé une masse $=1$,

$$\text{Au Ventoux........}\quad y_1=\frac{1}{2^{0,447}}=0^{cal},7334,$$

$$\text{A Bedoin..........}\quad y'_1=\frac{1}{2^{0,526}}=0^{cal},6943.$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 35.

» L'unité de masse atmosphérique prise au-dessus du Ventoux a donc une transparence calorifique supérieure à celle d'une égale masse prise au-dessus de Bedoin.

» L'unité de chaleur se réduisant à $0^{cal},7334$ après avoir traversé une masse $= 1$ d'air au-dessus du Ventoux, pour se réduire à $0^{cal},6943$, elle devrait traverser une masse x de ce même air donnée par l'équation

$$y_2 = \frac{1}{(1+x)^{0,447}} = 0^{cal},6943, \qquad \text{d'où} \qquad x = 1,262.$$

» La même absorption est donc produite :

» 1° Par une masse 1,262 de l'air pris au-dessus du Ventoux;

» 2° Par une masse 1 de l'air pris au-dessus de Bedoin.

» La différence 0,262 représente donc la fraction de masse d'air pris au-dessus du Ventoux qui absorbe autant que la masse 0,169 d'air comprise entre le Ventoux et Bedoin.

» L'unité de masse prise au-dessus du Ventoux exerce donc la même absorption que la masse $\frac{0,169}{0,262} = 0,645$ de l'air compris entre les deux stations.

» Nous ne connaissons rien de précis sur le mode de décroissance de la température et de la tension de vapeur d'eau entre les deux stations. Admettons approximativement pour cette couche une température et une tension de vapeur d'eau moyennes de celles des deux stations; la moyenne des observations horaires faites pendant la durée des observations actinométriques donne :

	t (°)	f (mm)
Au Ventoux...........	$t = 12,5$	$f = 7,04$
A Bedoin.............	$t = 23,2$	$f = 14,16$
Moyennes..........	17,8	10,60

» Calculant d'après ces données l'épaisseur de la couche d'eau qui résulterait de la condensation de la vapeur comprise entre les deux stations, dont la différence d'altitude est 1591^m, nous obtenons une épaisseur de $17^{mm},141$ d'eau. Si nous admettons approximativement que l'absorption totale peut être représentée en bloc par celle de cette couche d'eau, nous pourrons, avec les mêmes conventions, représenter l'absorption exercée par l'unité de masse de l'air pris au-dessus du Ventoux par celle de la couche d'eau d'épaisseur

$$\frac{17^{mm},141}{0,262} = 64^{mm},2.$$

» La masse d'air comptée verticalement à partir du sommet du Ventoux est $\frac{609,6}{760}$; l'épaisseur de la couche d'eau correspondante serait donc

$$64^{mm},2\,\frac{609,6}{760} = 51^{mm},28.$$

» Si nous admettons que la couche d'air de 309^m d'épaisseur comprise entre Bedoin et la mer a pour température $23^\circ,2$ et pour tension de vapeur $14^{mm},6$, la couche d'eau correspondante serait de $4^{mm},346$.

» Faisant les mêmes calculs pour la journée du 23 août, pour laquelle les données sont :

		Moyennes de		
		H.	*f.*	*t.*
		mm	mm	o
Ventoux.........	$y = \frac{1,985}{(1+x)^{0,467}}$	609,2	5,5	10,6
Bedoin..........	$y' = \frac{1,943}{(1+x)^{0,545}}$	736,8	8,6	23,8

nous obtenons les résultats suivants :

Épaisseurs de la couche d'eau contenues dans les masses d'air comprises :

	Le 28 août.	Le 23 août.
	mm	mm
Du niveau de la mer à Bedoin...........	4,346	2,640
De Bedoin au sommet du Ventoux.......	17,141	13,920
Au-dessus du Ventoux	51,280	30,420
Dans toute l'épaisseur atmosphérique	72,767	46,986
Dont le rapport est..................	0,419	0,445

» Les couches d'eau comprises entre la mer et le sommet du Ventoux seraient donc respectivement 0,419 et 0,445 de celle qui est contenue au-dessus du Ventoux; près de la moitié de la vapeur d'eau totale de l'atmosphère serait donc contenue dans les deux premiers kilomètres.

» Bien que ces calculs soient simplement approximatifs, on voit avec quelle rapidité doit avoir lieu la décroissance de la quantité de vapeur d'eau quand l'altitude augmente.

» Il paraîtrait résulter de ces observations que la couche d'eau atmosphérique est très variable d'un jour à l'autre; cela s'explique facilement si l'on remarque que la vapeur d'eau est principalement confinée dans les

couches inférieures qui sont plus directement influencées par les phénomènes météorologiques. Le 28 août, l'épaisseur était de 73^{mm} environ, la tension de vapeur étant aux deux stations $14^{mm},16$ et $7^{mm},04$, et la direction du vent y ayant varié du sud-sud-ouest au sud-sud-est qui est celle des vents humides, tandis que le 23 l'épaisseur était seulement 47^{mm} environ, la tension de vapeur étant aux deux stations $7^{mm},04$ et $5^{mm},05$, et la direction du vent y ayant varié du nord-ouest à l'ouest-nord-ouest, qui est celle des vents secs.

» Dans ses recherches sur les spectres calorifiques, Desains [1] rappelle que, d'après les estimations ordinaires, la vapeur d'eau contenue dans la colonne d'air ayant la hauteur de l'atmosphère formerait, en se condensant, une couche d'eau d'une épaisseur peu différente de $0^{m},04$. On voit, d'après les déterminations approximatives qui précèdent, que l'épaisseur de cette couche varie beaucoup avec les conditions atmosphériques; l'étude de cette question appelle les recherches des physiciens. »

GÉODÉSIE. — *Note sur la nouvelle méridienne de France,* rédigée par le **Service géographique de l'Armée,** et transmise par M. le Ministre de la Guerre.

« La Section de Géodésie du Service géographique de l'armée a terminé en 1888 la mesure des angles de la nouvelle méridienne de France, qui avait été commencée il y a dix-huit ans, sur l'initiative du Bureau des Longitudes et sous la direction du général Perrier.

» Le Service géographique, désireux de continuer les traditions passées et appréciant hautement le bienveillant appui que l'Académie a toujours accordé à ses travaux, a cru de son devoir de l'informer de ce fait et de lui adresser un compte rendu sommaire des principaux résultats de cette longue opération.

» Entreprise en 1870, pour rendre à la méridienne de France une précision scientifique qui lui manquait, la revision de la triangulation a été conduite du Sud au Nord en partant de la base de Perpignan, mesurée par Delambre. Depuis les Pyrénées jusqu'au parallèle de Bourges, les opéra-

---

[1] *Comptes rendus,* t. LXXXIV, p. 185.

tions furent exécutées par Perrier et par le lieutenant-colonel Bassot. Ce dernier continua ensuite l'enchaînement vers le Nord avec le concours du commandant Defforges, et il a pu, cette année, couronner cette œuvre en faisant lui-même la station la plus septentrionale, celle de Rosendaël-lès-Dunkerque.

» Dans la région comprise entre les Pyrénées et Rodez, l'ancienne chaîne, qui avait été mesurée par Méchain, a pu être reconstituée identiquement. La plupart des repères ayant été retrouvés, on s'est relié sans difficulté au réseau espagnol, puis successivement à la chaîne des Pyrénées, à la chaîne du littoral méditerranéen et au parallèle de Rodez.

» Entre Rodez et Dunkerque, les repères établis par Delambre avaient presque tous disparus. Quelques-uns étaient représentés par des clochers ou des monuments dans lesquels il était impossible, avec les instruments adoptés, de faire des mesures de haute précision. Il fallut donc abandonner l'ancien réseau; le nouvel enchaînement a été constitué en vue d'obtenir les meilleures formes de triangles, conditions que Delambre n'avait pas toujours pu réaliser.

» Entre Gien et Fontainebleau et au passage de la Somme, les difficultés du terrain ont rendu la formation du canevas particulièrement laborieuse. Pour obtenir des vues, il a fallu s'élever au-dessus du sol, à des hauteurs qui ont varié de 12^m à 13^m. On y est arrivé au moyen de signaux formés de deux charpentes indépendantes, dont l'une supportait l'observateur et l'autre l'instrument.

» Dans cette portion de la chaîne comprise entre Rodez et Dunkerque, on ne s'est relié qu'au parallèle moyen et au parallèle d'Amiens. Les jonctions directes avec le parallèle de Bourges et avec le parallèle de Paris nécessitent des triangulations spéciales, que l'on n'a pu exécuter au même moment, mais qui seront entreprises ultérieurement. Dans la région du Nord, la méridienne a été soudée à l'un des côtés de la triangulation belge, le côté Cassel-Kemmel. Enfin, dans les environs de Dunkerque, la chaîne aboutit au côté Cassel-Harlettes, qui a servi de base à la jonction géodésique anglo-française.

» Toutes les observations ont été faites avec le cercle azimutal réitérateur à quatre microscopes des frères Brunner, muni d'un limbe de $0^m,42$ de diamètre et d'une lunette de 2 pouces, pourvue elle-même d'un fil mobile à l'oculaire. Avec cet instrument, l'erreur moyenne d'une direction isolée ne dépasse pas ± 5 secondes centésimales.

» En chaque station, les directions ont été obtenues par tour d'horizon et chacune d'elles résulte de vingt séries de mesures, correspondant à vingt origines équidistantes du limbe; elles ont toutes, par conséquent, le même poids.

» Partout on a recoupé tous les sommets visibles, afin d'obtenir des directions supplémentaires conduisant à des vérifications.

» On a fait constamment usage, comme points de mire, de signaux lumineux produits, soit par des miroirs héliostats pendant le jour, soit par des collimateurs optiques à lampe de pétrole pendant la nuit. Les observations de nuit, qui donnent d'excellents résultats, ont été particulièrement précieuses dans la région nord de la chaîne, où le soleil est rare ou trop souvent voilé.

» L'enchaînement, depuis les Pyrénées jusqu'à Dunkerque, comprend 88 stations, avec 475 directions. Sur ces 88 stations, M. Perrier en a exécuté 35, M. Bassot 32 et M. Defforges 21. Le nombre total des triangles possibles est de 186; il existe 25 polygones en quadrilatères ayant des directions supplémentaires; ces figures une fois compensées, le nombre des triangles nécessaires au calcul de la chaîne se trouve réduit à 61.

» Des observations astronomiques ont été déjà faites à Carcassonne, Rodez, le Puy-de-Dôme, Saligny-le-Vif, Paris et Rosendaël-lès-Dunkerque; de nouvelles stations sont prévues, pour porter à dix au moins le nombre des sommets déterminés astronomiquement.

» Le réseau ne s'appuie actuellement que sur les deux anciennes bases de Melun et de Perpignan. Mais il est relié à deux bases nouvelles, l'une fixée à Dunkerque, l'autre à Juvisy, qui seront prochainement mesurées.

» On sait que, de l'aveu même de Delambre, la longueur de la base de Perpignan, calculée à partir de la base de Melun, est inférieure de un tiers de mètre à la longueur mesurée; on sait également qu'après l'étude générale, faite par des Ingénieurs géographes, de l'ensemble du réseau français, des discordances considérables, s'élevant jusqu'à $\frac{1}{7000}$ de la longueur des côtés, ont été signalées aux nœuds de l'ancienne méridienne avec le parallèle de Bourges et le parallèle moyen; que la mesure de la petite méridienne de Fontainebleau a fait disparaître en partie les discordances, mais qu'elle a, par contre, augmenté le désaccord entre les deux bases de Melun et de Perpignan, en le portant à $1^{m},82$.

» L'enchaînement de la nouvelle méridienne, calculé à partir de la base de Perpignan, donne les résultats suivants :

	Ancienne méridienne.	Nouvelle méridienne.	Différences absolues.	Différences relatives.
	m	m		
Base de Perpignan	11706,40	»	»	»
Tanch Bugarach (chaîne des Pyrénées)	25082,97	25083,19	+0,22	$+\frac{1}{114000}$
Pic Nore-St-Pons (chaîne du littoral méditerranéen)	24512,47	24512,30	−0,17	$-\frac{1}{144000}$
Puy St-Georges La Gaste (parallèle de Rodez)	32157,69	32157,37	−0,32	$-\frac{1}{100000}$
Royère Puy de Gué (parallèle moyen)	29047,07	29048,20	+1,13	$+\frac{1}{25000}$
Montifaux Assigny (méridienne de Fontainebleau)	23285,55	23283,93	−1,62	$-\frac{1}{14000}$
Base de Melun	11842,15	11841,84	−0,31	$-\frac{1}{38000}$
Nurlu-Lihons (parallèle d'Amiens)	27208,78	27210,05	+1,27	$+\frac{1}{22000}$
Cassel-Harlettes	37460,03	37259,41	−0,62	$-\frac{1}{60000}$

» L'examen de ce Tableau permet de tirer les conclusions suivantes :

» 1° Entre les Pyrénées et le parallèle de Rodez, l'ancienne chaîne, mesurée par Méchain, concorde d'une façon presque absolue avec la nouvelle.

» 2° Du parallèle moyen à la base de Melun, l'ancienne et la nouvelle méridienne ne s'accordent nulle part; les discordances sont de signe variable, et, quoique plus faibles que celles qui avaient été mises en évidence par les Ingénieurs géographes, elles sont encore considérables.

» 3° A la base de Melun, l'écart entre la longueur mesurée et la longueur calculée atteint presque un tiers de mètre; mais il est de signe contraire à la différence signalée par Delambre.

» 4° De Melun à Dunkerque, l'accord des deux chaînes est satisfaisant, si l'on ne considère que les côtés extrêmes Melun-Lieusaint et Harlettes-Cassel; mais, à la jonction du parallèle d'Amiens, la discordance considérable trouvée pour le côté Nurlu-Lihons semble indiquer que cet accord est fortuit et tient simplement à une compensation d'erreurs.

» Ces déductions, qui précisent les régions où se trouvent concentrées les erreurs de l'ancienne méridienne, ne peuvent être légitimes que si le nouveau réseau offre lui-même des garanties suffisantes de précision. Or, ces garanties ressortent des comparaisons suivantes, qui ont été faites aux

côtés de raccordement avec les triangulations espagnole, belge, anglaise, et même avec la triangulation italienne, en passant, pour celle-ci, par le parallèle de Rodez. En partant toujours de la base de Perpignan, on a obtenu :

Raccordements.	Valeurs étrangère.	Valeurs française (base de Perpignan).	Différences étrangères-françaises.
	m	m	
Avec l'Espagne, côté (Forceral-Canigou)	30141,15	30140,86	+0,29
Avec la Belgique, côté (Kemmel-Cassel)	22981,49	22981,24	+0,25
Avec l'Angleterre, côté (Harlettes-Cassel)......	37459,64	37459,41	+0,23
Avec l'Italie, côté (Monnier-Tournairet).......	26009,85	26009,67	+0,18

» L'accord entre les valeurs françaises et étrangères est donc tout à fait satisfaisant et donne une grande certitude. Mais, si l'on observe que les différences sont toutes de même signe et quasi-proportionnelles aux côtés correspondants, on se trouve conduit à abandonner la base de Perpignan, et à calculer les côtés de jonction en partant d'une base étrangère et en considérant simplement la nouvelle méridienne comme un réseau de raccordement entre les triangulations espagnole, anglaise, belge et italienne. En partant de la base de Vich, mesurée récemment en Catalogne, on obtient les résultats suivants :

	Valeur étrangère.	Valeur française (base de Vich).	Différences absolues.	Différences relatives.
	m	m	m	
Espagne.......	30141,15	»	»	»
Belgique.......	22981,49	22981,52	−0,03	$-\frac{1}{760000}$
Angleterre.....	37459,64	37459,76	+0,12	$+\frac{1}{310000}$
Italie..........	26009,85	26009,92	+0,07	$+\frac{1}{370000}$

» Ainsi, la nouvelle méridienne, calculée à partir d'une base mesurée avec les appareils modernes, se raccorde, avec une approximation qui dépasse le $\frac{1}{300000}$, aux réseaux anglais, belges, italiens et espagnols : cet accord est la meilleure preuve de la haute précision du nouvel arc français et témoigne en même temps du degré de perfection qu'ont su atteindre les triangulations contemporaines.

» De la méridienne nouvelle, établie sur la base de Perpignan, il a été facile de calculer de nouveau l'ensemble des chaînes parallèles et méridiennes du réseau français.

» Un premier examen a donné les résultats suivants :

» Le parallèle d'Amiens, la portion occidentale du parallèle de Paris, le parallèle de Bourges, la portion orientale du parallèle moyen, du parallèle de Rodez et de la chaîne du littoral méditerranéen, la méridienne de Sedan, la méridienne de Bayeux et le parallèle espagnol de Saragosse forment un tout parfaitement lié, dans lequel l'accord des côtés de jonction atteint partout et dépasse souvent le $\frac{1}{50000}$.

» A la jonction du parallèle de Paris et de la méridienne de Sedan, cet accord est un peu moins satisfaisant et ne dépasse pas le $\frac{1}{30000}$.

» Mais les graves discordances, déjà signalées par les géographes dans les chaînes qui aboutissent aux bases de Bordeaux et de Gourbera, subsistent dans la partie occidentale du parallèle moyen, du parallèle de Rodez et dans la chaîne des Pyrénées. Elles varient de $\frac{1}{10000}$ à $\frac{1}{2000}$ de la valeur du côté, et l'impossibilité soit d'accorder ces deux bases avec celle de Perpignan, soit d'accorder les trois chaînes entre elles et avec la méridienne, démontrent qu'il doit exister plusieurs erreurs matérielles, intolérables dans la région du sud-ouest.

» De tout ce qui précède, on semble devoir conclure :

» 1° La méridienne de Delambre et Méchain, œuvre d'une perfection achevée pour l'époque où elle fut mesurée, ne saurait désormais ni servir de base à la triangulation française, ni être utilisée dans les recherches relatives à la forme de la Terre.

» 2° La nouvelle méridienne paraît offrir, pour ce double but, toutes les garanties de précision suffisantes.

» 3° La nouvelle méridienne a porté l'ordre et l'harmonie dans lès quatre-cinquièmes du réseau français, mais elle n'a pu faire disparaître les discordances de la région sud-ouest. Une nouvelle mesure de la portion occidentale du plus important des parallèles, du parallèle moyen, s'impose donc tout d'abord dans le but de rechercher et de découvrir les points précis où le désaccord subsiste. »

MEMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Observations relatives à une Note récente de M.* Vaschy, « *Sur la propagation du courant dans une ligne télégraphique* (¹) »; par M. L. Weiller.

(Commissaires : MM. Becquerel, Cornu, Mascart, Lippmann.)

D'après M. Weiller, les principes énoncés dans la Note dont il s'agit, leur application systématique et la manière de les mettre en œuvre, feraient l'objet d'un brevet dont il a transmis le texte à l'Administration des Télégraphes et au Ministère de la Guerre. Au point de vue théorique, une partie des conclusions de M. Vaschy lui paraît d'ailleurs contestable.

« Dans une transmission télégraphique, le but que l'on se propose est d'obtenir des signaux distincts, et il se peut que l'examen des courbes d'arrivée conduise à considérer comme préférable la proportion

$$C = \frac{16L}{R^2 l^2}.$$

» Dans une transmission téléphonique, la séparation des émissions n'est plus nécessaire, dès l'instant que leur périodicité est conservée et qu'entre les émissions de périodes différentes il ne s'introduit pas de différences de vitesse de propagation, qui auraient pour effet de briser l'articulation; le seul résultat à poursuivre est alors de donner au courant d'arrivée une intensité aussi grande que possible, et c'est ce qui est réalisé pour la relation

$$C = \frac{4L}{R^2 l^2}. »$$

M. Weiller transmet à l'Académie un spécimen de câble téléphonique à deux conducteurs, construit en vue d'obtenir la compensation de la capacité électrostatique par la self-induction; l'accroissement du coefficient de self-induction y est obtenu par l'introduction d'une enveloppe de fil de fer doux autour du conducteur principal de cuivre.

(¹) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1145; 31 décembre 1888.

M. P. **Ribard** soumet au jugement de l'Académie une « Étude sur la vapeur en mouvement ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau.)

M. F. **Schaffner** adresse un Mémoire sur un appareil destiné à éviter les rencontres des trains de chemins de fer.

(Renvoi à la Commission des Chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Lune du* 16 *janvier* 1889, *faite à l'observatoire de Lyon.* Note de M. **G. Le Cadet**, présentée par M. Wolf.

« Les observations ont été faites avec l'équatorial coudé (Gautier) de $0^m,38$ d'ouverture et un grossissement de 75 fois. Les heures sont données en temps moyen de Lyon, et l'on s'est contenté d'indiquer la demi-minute la plus voisine de l'observation.

» On a noté l'entrée de la Lune dans l'ombre à $16^h 17^m,8$, c'est-à-dire $0^m,3$ plus tard que le temps théorique calculé dans la *Connaissance des Temps*.

h m	
16.27	Le contour de l'ombre s'infléchit au voisinage de Grimaldi.
16.29	Immersion dans l'ombre du bord sud du cratère de Grimaldi.
16.31	Le cercle d'ombre atteint Riccioli.
16.32	L'ombre recouvre entièrement Grimaldi.
16.33	Immersion de Hansteen. Le contour de l'ombre s'infléchit légèrement dans le voisinage de Gassendi.
16.34,5	Immersion du bord sud-est de Gassendi.
16.36,5	L'ombre recouvre Gassendi.
16.39	Immersion d'Olbers. On note ici la teinte rougeâtre, comme un reflet d'incendie sur des nuages, que possède l'ombre vue dans la lunette et à l'œil nu.
16.42	L'ombre est infléchie en avant de Tycho et suivant une de ses traînées blanchâtres.
16.42,5	Le cercle d'ombre est tangent au bord sud-est de Tycho.
16.43	Immersion de Reiner.

16h44m,5 L'ombre atteint le bord opposé du cirque de Tycho.
16.53 Immersion de Kepler.

L'ombre apparaît toujours rouge jaunâtre, d'une teinte un peu cuivrée à l'œil nu. Dans la lunette, l'ombre est gris bleuâtre près de son contour, et de plus en plus rougeâtre jusqu'au bord de la portion éclipsée.

17. 3,5 Le cercle d'ombre est tangent au bord sud-sud-est du cirque de Copernic.
17. 8 Copernic est complètement immergé.
17. 8,5 L'ombre atteint Aristarque et l'immerge lentement.
17.16,5 Immersion d'Ératosthène.
17.23,5 L'ombre recouvre Pythéas.
17.31 Immersion de Manilius.
17.34 Immersion du bord sud-est du cirque de Langrenus.
17.44 Immersion de Taruntius.
17.44,5 Immersion de Pline.

Le côté est de l'ombre est resté fixe un peu au nord d'Aristarque. Il commence à rétrograder.

17.51 Aristarque émerge de l'ombre, puis Séleucus.
17.53 Vitruve est immergé.
17.55,5 L'ombre touche au bord sud de la mer des Crises.
17.57 Euler émerge complètement.

Presque tous les détails de la surface lunaire sont visibles sous l'ombre, qui est toujours et plus vivement rouge jaunâtre, comme un reflet d'incendie. A l'œil nu, le ton rouge est plus chaud, plus cristallin.

18. 2 L'ombre atteint Macrobe et l'immerge lentement.
18.25 Manilius émerge et Macrobe reste immergé sur le contour de l'ombre.
19.13 Crépuscule. Le fond du ciel est bleu blanchâtre clair, et l'ombre prend une teinte un peu violacée. La Lune est près de l'horizon et a une teinte jaune.
19.21 La petite portion de la Lune encore sous l'ombre se distingue à peine avec le fond du ciel.
19.25 On juge que le cercle d'ombre est tangent au bord de la Lune, qui ondule fortement.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Lune du 16 janvier 1889, faite à l'équatorial ouest du jardin de l'Observatoire de Paris.* Note de MM. **D. Eginitis** et **Maturana**, présentée par M. Lœwy.

« L'observation du commencement et de la fin de l'éclipse a été favorisée à Paris par un temps très beau; mais, vers le milieu du phénomène, des nuages ont empêché l'observation complète de toutes les phases.

» A $4^h 9^m 35^s$, temps moyen de Paris, la Lune entre dans l'ombre. L'ombre proprement dite est mal terminée; elle est bordée d'une bande grisâtre, due à la pénombre,

dont la dégradation de teinte très prononcée se confond avec les mers lunaires avoisinant la portion de notre satellite qui entre le premier dans le cône d'ombre, ce qui rend très incertaine l'observation exacte de l'entrée dans l'ombre du disque lunaire.

» A $4^h 16^m 54^s$ l'ombre atteint le bord sud-est de la mer des Humeurs.

» A $4^h 21^m 15^s$ l'ombre arrive au milieu de la mer des Humeurs.

» A $4^h 21^m 49^s$ l'ombre touche le bord sud-est de Piazzi.

» A $4^h 22^m 34^s$ l'ombre couvre complètement Piazzi. La teinte de la portion éclipsée est grisâtre sur les bords et d'un noir assez prononcé dans ses parties intérieures; cette différence de teinte est bien visible à l'œil nu.

» A $4^h 29^m 27^s$ l'ombre atteint le bord sud-est de Tycho.

» A $4^h 30^m 54^s$ l'ombre est au milieu de Tycho.

» A $4^h 31^m 37^s$ l'ombre couvre complètement Tycho.

» A $4^h 33^m 27^s$ l'ombre atteint Kepler.

» A $4^h 34^m 48^s$ l'ombre est au milieu de Kepler.

» A $4^h 35^m 55^s$ l'ombre couvre complètement Kepler.

» A $4^h 43^m 18^s$ l'ombre couvre Reynold.

» A $4^h 49^m 3^s$ l'ombre atteint le bord de Copernic.

» A $4^h 52^m 5^s$ l'ombre arrive au milieu de Copernic.

» A $4^h 52^m 35^s$ l'ombre couvre complètement Copernic.

» A $4^h 52^m 57^s$ l'ombre atteint le bord de Lambert.

» A $4^h 53^m 37^s$ l'ombre arrive au milieu de Lambert.

» A $4^h 55^m 15^s$ l'ombre couvre complètement Lambert. La teinte du bord de la portion éclipsée devient de plus en plus rouge cuivre, formant un croissant très étroit, tandis que ses parties intérieures sont grisâtres; dans la lunette on distingue très nettement les différents cratères et en général tous les détails de la partie éclipsée.

» A $5^h 29^m$ des nuages couvrent légèrement la Lune et rendent difficile l'observation de la partie éclipsée.

» A $5^h 36^m 11^s$ on voit réapparaître en partie Lambert.

» A $6^h 38^m 14^s$ on voit complètement Lambert. Le croissant de teinte rouge cuivre s'élargit graduellement.

» A $5^h 43^m$ nuages assez épais sur la Lune.

» A $6^h 26^m 55^s$ les nuages se dispersent; on voit réapparaître le milieu de la mer des Humeurs.

» A $6^h 32^m 37^s$ on voit réapparaître le bord de la mer des Humeurs.

» A $6^h 33^m 15^s$ on voit le milieu de Lagrange. La partie éclipsée est d'une teinte noire très accentuée, on ne voit plus le croissant rouge cuivre.

» A $6^h 40^m 14^s$ on voit réapparaître le bord nord de Schickard.

» A $6^h 41^m 2^s$ on voit le bord nord-est d'Inghirami.

» A $6^h 41^m 39^s$ on voit le milieu de Schickard.

» A $6^h 43^m 20^s$ on voit complètement Schickard.

» A $6^h 48^m 49^s$ on voit complètement Tycho.

» A $6^h 56^m 20^s$ on voit réapparaître complètement Petavius.

» A $6^h 56^m 40^s$ la partie éclipsée est d'une teinte noire tellement prononcée, qu'elle devient complètement invisible à l'œil nu; elle reste bien visible encore dans la lunette.

» A $7^h 9^m 45^s$ sortie de l'ombre.

» La sortie de l'ombre a été observée dans des conditions défavorables à la précision, attendu qu'en ce moment la Lune et surtout le bord plongé encore dans l'ombre se trouvaient tout à fait à l'horizon brumeux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales multiples relatives à trois variables complexes.* Note de M. **Emile Picard**, présentée par M. Hermite.

« On sait que M. Poincaré a étendu aux intégrales doubles le théorème fondamental de Cauchy, relatif à une intégrale simple prise le long d'un contour fermé (*Acta mathematica*, t. IX), et il a, en particulier, étudié les résidus des intégrales doubles de fontions rationnelles. Quand on passe du domaine de deux variables complexes à celui de trois variables, on peut de deux manières différentes étendre ces notions, en laissant de côté le cas des intégrales simples de différentielles totales.

En premier lieu, nous pouvons considérer l'intégrale double

$$\int\!\!\int A\,dy\,dz + B\,dz\,dx + C\,dx\,dy \tag{1}$$

(où A, B, C sont des fonctions analytiques de x, y et z), étendue à une certaine *surface* à *deux* dimensions; le sens de cette intégrale se détermine en suivant la même voie que M. Poincaré dans le Mémoire cité. La condition pour que cette intégrale étendue à toute surface fermée soit nulle, quand on peut par une déformation continue réduire cette surface à un point sans rencontrer de valeurs de x, y, z pour lesquelles A, B, C cessent d'être continues, est ici, comme dans le cas des quantités réelles,

$$\frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y} + \frac{\partial C}{\partial z} = 0.$$

» En supposant vérifiée cette condition, qu'on peut appeler d'intégrabilité, et dans le cas où A, B, C sont des fonctions rationnelles de x, y, z, on est naturellement conduit à rechercher quels seront les *résidus* de cette intégrale double, c'est-à-dire les diverses valeurs de cette intégrale prise sur une surface fermée quelconque à deux dimensions. Bornons-nous au cas simple où l'on aurait

$$A = \frac{P}{S}, \quad B = \frac{Q}{S}, \quad C = \frac{R}{S},$$

P, Q, R et S étant des polynômes, le dernier étant supposé irréductible. Or la condition d'intégrabilité s'écrit alors

$$P\frac{\partial S}{\partial x} + Q\frac{\partial S}{\partial y} + R\frac{\partial S}{\partial z} = S\left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z}\right).$$

» C'est cette même équation qui joue un rôle fondamental dans l'étude des intégrales de différentielles totales relatives aux surfaces algébriques. On en conclut que l'intégrale

$$(2) \qquad \int \frac{P\,dy - Q\,dx}{\frac{\partial S}{\partial z}}$$

est une intégrale de différentielle totale relative à la surface algébrique

$$S(x, y, z) = 0.$$

» Ceci posé, voici le résultat auquel on arrive : *Les résidus de l'intégrale* (1) *sont les périodes de l'intégrale de différentielle totale* (2).

En second lieu, nous considérons l'intégrale triple

$$(3) \qquad \iiint \frac{P\,dx\,dy\,dz}{Q},$$

P et Q étant encore des polynômes en x, y, z; la définition de cette intégrale étendue à un continuum à trois dimensions se fait toujours d'après les mêmes principes. Nous n'avons ici aucune condition d'intégrabilité, les polynômes P et Q sont arbitraires; supposons le second irréductible. Cherchons quels sont les résidus de cette intégrale, c'est-à-dire les diverses valeurs qu'elle prend, quand on l'étend à un continuum *fermé* quelconque à trois dimensions. Le résultat se rattache encore ici à la théorie des surfaces algébriques : *Les résidus de l'intégrale* (3) *sont les périodes de l'intégrale double*

$$\iint \frac{P\,dx\,dy}{\frac{\partial Q}{\partial z}};$$

cette intégrale double étant relative à la surface algébrique

$$Q(x, y, z) = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formes principales sur les surfaces de Riemann.* Note de M. FÉLIX KLEIN, présentée par M. Hermite.

« J'ai montré, dans les *Göttingische Nachrichten* du 5 novembre 1887 et dans le Tome XXXII des *Mathematische Annalen*, que l'on peut construire sur les surfaces de Riemann hyperelliptiques des expressions $\Omega(x, y)$ qui possèdent l'importance de *formes principales*, en ce sens qu'elles ont sur la surface la seule racine $x = y$, cette racine étant simple, et qu'elles ne deviennent jamais infinies. J'ai aussi indiqué, dans le second des articles cités (p. 363, en note), que l'on peut construire de telles formes principales sur la surface de Riemann la plus générale. C'est ce que je vais indiquer ici, en faisant d'abord quelques remarques sur l'expression des intégrales sur une surface générale de Riemann.

» 1. Soient $w_1, w_2, \ldots, w_p$, p intégrales linéairement indépendantes de première espèce.

» Nous posons $dw_1 : dw_2 : \ldots : dw_p = \varphi_1 : \varphi_2 : \ldots : \varphi_p$, et nous introduisons, pour l'expression analytique de la surface de Riemann, ces polynômes $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_p$ comme coordonnées homogènes. Ceci est permis dans le cas général, car nous laissons de côté le cas hyperelliptique que nous avons déjà traité.

» 2. Considérons maintenant deux combinaisons linéaires des φ

$$u_1\varphi_1 + u_2\varphi_2 + \ldots + u_p\varphi_p = u_\varphi, \qquad v_1\varphi_1 + \ldots + v_p\varphi_p = v_\varphi,$$

qui doivent satisfaire à la seule condition de ne pas s'annuler simultanément en un point de la surface. Appelons v l'intégrale de première espèce, dont la différentielle est proportionnelle à v_φ, et soit v_{dw} sa différentielle On forme maintenant le quotient différentiel

$$d\left(\frac{u_\varphi}{v_\varphi}\right) : dv_w = \frac{v_\varphi u_{d\varphi} - u_\varphi v_{d\varphi}}{v_\varphi^2 v_{dw}}.$$

Cette expression représente une fonction (algébrique) uniforme sur la surface de Riemann, qui a comme infinis triples les $2p - 2$ points, où v_φ s'annule et reste fini en tout autre point. Nous en concluons que *les* $6p - 6$ *points, où* $v_\varphi u_{d\varphi} - u_\varphi v_{d\varphi}$ *s'annule, sont corésiduels aux points comptés trois fois où* $v_\varphi = 0$. Par suite, d'après un théorème de M. Nöther (*Mathematische Annalen*,

t. XVII), les $6p - 6$ points qui précèdent sont les racines d'une fonction homogène entière du troisième degré des φ. Celle-ci doit être, par rapport aux u, v, une combinaison linéaire des sous-déterminants $u_i v_k - u_k v_i$; désignons-la par

$$\mathfrak{F}\left(\overset{3}{\varphi}, \overset{1}{uv}\right).$$

» 3. Supposons maintenant qu'on ait calculé cette fonction $\mathfrak{F}$. Alors il est d'abord très simple d'exprimer les intégrales de première espèce w_α en partant des φ. On formera, avant tout, l'expression différentielle

$$\frac{v_\varphi u_{d\varphi} - v_{d\varphi}}{\mathfrak{F}(\varphi, uv)} = d\omega,$$

qui dépend seulement formellement, mais non réellement, des paramètres u, v. *L'intégrale w_α prise entre les limites y et x s'exprimera alors par*

$$w_\alpha^{xy} = \int_y^x \varphi_\alpha \, d\omega.$$

» 4. Cherchons maintenant une expression analogue pour les intégrales de seconde et de troisième espèce; soit $P_{\xi,\eta}^{x,y}$ une intégrale de troisième espèce avec les limites x, y et les paramètres ξ, η. A la place de x écrivons φ, et ξ pour φ', et formons la dérivée seconde $\frac{\partial^2 P}{\partial\omega\, \partial\omega'}$ (où $\partial\omega'$ est la différentielle correspondant à φ'), que nous multiplions encore par $(u_\varphi v_{\varphi'} - v_\varphi u_{\varphi'})^2$. Nous concluons du théorème de Nöther que le produit ainsi défini est une fonction homogène entière des φ, des φ' et des déterminants partiels uv, du troisième en φ et φ', du second par rapport aux uv. Nous désignons cette fonction par

$$\Psi\left(\overset{3}{\varphi}, \overset{3}{\varphi'}, \overset{2}{uv}\right).$$

» Fait-on coïncider φ et φ', alors Ψ se transforme dans le carré de $\mathfrak{F}(\varphi, uv)$; si l'on a $uv_\varphi - u_{\varphi'} v_\varphi = 0$, sans que φ et φ' coïncident, alors Ψ deviendra nulle (doublement). Ψ est, par ces deux propriétés, définie autant que se trouve définie notre intégrale de troisième espèce.

» 5. Veut-on maintenant inversement, en partant des φ, obtenir les intégrales de seconde et de troisième espèce; on prendra une forme arbitraire $\Psi(\varphi, \varphi', uv)$ jouissant des propriétés indiquées. *Une intégrale de seconde espèce entre les limites y et x avec l'infini φ' est alors donnée par la for-*

mule

$$Y^{xy}_{(\varphi')} = \int_y^x \frac{\Psi}{(u_\varphi v_{\varphi'} - u_{\varphi'} v_\varphi)^2} d\omega;$$

une intégrale de troisième espèce avec les limites x, y et les paramètres ξ, η, par l'intégrale double

$$P^{x,y}_{\xi,\eta} = \int_\eta^x \int_\eta^\xi \frac{\Psi}{(u_\varphi v_{\varphi'} - u_\varphi v_{\varphi'})^2} d\omega\, d\omega'.$$

» 6. Par la *forme principale* $\Omega(x, y)$ j'entends maintenant

$$\Omega(x, y) = \sqrt{d\omega_x\, d\omega_y\, e^{-\mathfrak{P}^{x+dx,\, y+dy}_{x,y}}} \qquad (\text{pour } dx = 0,\ dy = 0).$$

» On peut faire le passage à la limite indiqué dans cette formule en introduisant les $2p - 3$ valeurs x', x'', ..., $x^{(2p-3)}$, distinctes de x, qui donnent à $\frac{u_\varphi}{v_\varphi}$ la même valeur que x, et pareillement les $2p - 3$ valeurs y', y'', ..., $y^{(2p-3)}$, ... qui donnent au rapport précédent la même valeur que y. On a alors

$$\Omega(x, y) = \frac{u_x v_y - u_y v_x}{\sqrt{\mathfrak{F}(x, uv)\mathfrak{F}(y, uv)}} e^{\frac{1}{2}\sum_i \mathfrak{P}^{x_i, y_i}_{x,y}}.$$

» 7. La forme principale ainsi obtenue se comporte, pour ce qui est des zéros et des infinis, et aussi de la périodicité, comme la forme principale dans le cas hyperelliptique. Par elle on arrive de la manière la plus rationnelle aux fonctions θ correspondant au domaine algébrique considéré. S'agit-il, par exemple, d'un θ à caractéristique impaire, et représente-t-on par $c_\varphi = 0$ les φ correspondants avec contact en $p - 1$ points, on peut écrire simplement

$$\theta\left(\int_y^x\right) = \Omega(x, y)\sqrt{C_x C_y}. \text{ »}$$

OPTIQUE. — *Vérification expérimentale de la méthode de M.* Charles Soret, *pour la mesure des indices de réfraction des cristaux à deux axes.* Note de M. **Louis Perrot**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie, M. Charles Soret a démontré (¹) que l'on peut déduire les trois indices de réfraction principaux d'un cristal à deux axes de l'observation des angles limites de réflexion totale sur des faces quelconques.

» Chaque face, quelle que soit sa position, fournit quatre valeurs maxima et minima de l'angle limite, dont trois donneront directement les trois indices principaux par la formule $n = \mu \sin I$, où μ représente l'indice du milieu extérieur au cristal. Les trois valeurs utiles doivent se retrouver sur toutes les faces, tandis que la quatrième valeur variera d'une face à l'autre.

» C'est cette méthode que j'ai cherché à vérifier expérimentalement sur l'acide tartrique du commerce. Je me suis servi pour cela d'un réfractomètre de Liebisch, dont le prisme a un angle réfringent de 60° 6′ 30″ et un indice de réfraction $\mu = 1,77890$ pour la lumière de la soude.

» Je donne dans le Tableau suivant les angles limites maxima et minima que j'ai obtenus sur sept faces différentes et les indices de réfraction qui s'en déduisent.

» Les faces I, II et III avaient été taillées absolument au hasard et je n'ai pas déterminé leurs positions par rapport aux axes d'élasticité du cristal.

» La face IV était presque parallèle à un des axes d'élasticité. Les faces V et VI étaient l'une et l'autre inclinées de quelques degrés sur l'un des axes. La face VII était franchement oblique.

» J'ai trouvé les valeurs suivantes pour les angles compris entre les normales à ces quatre faces et les axes x, y et z d'élasticité maximum moyenne et minimum.

	x.	y.	z.
	° ′	° ′	°
Face IV	21. 0	92.20	110.50
Face V	85.40	42. 2	131.42
Face VI...........	49.30	41.54	81. 2
Face VII..........	54. 1	41.56	108.35

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CVII, p. 176; et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XX, p. 263.

Faces.				
I	64°25′ 7″	57°12′57″	59°38′57″	61°52′ 9″
	1,60452	1,49555	1,53509	1,56876
II	64°25′40″	57°14′ 5″	59°39′31″	63°35′54″
	1,60464	1,49586	1,53524	1,59336
III	64°25′40″	57°14′38″	59°39′31″	60°22′14″
	1,60464	1,49602	1,53524	1,54629
IV	64°24′50″	57°12′41″	59°38′40″	60°14′56″
	1,60445	1,49547	1,53502	1,54462
V	64°25′30″	57°13′25″	59°39′11″	60°28′17″
	1,60457	1,49568	1,53516	1,54784
VI	64°24′56″	57°13′14″	59°39′19″	58°31′23″
	1,60448	1,49563	1,53519	1,51713
VII	64°24′56″	57°12′57″	59°39′48″	58°51′28″
	1,60448	1,49555	1,53532	1,52254

» On voit que, conformément à la théorie et dans les limites d'exactitude que comportait l'appareil dont je me suis servi, les trois valeurs des indices principaux se retrouvent sur toutes les faces, tandis qu'une quatrième valeur varie d'une face à l'autre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des sels fondus*. Note de M. **Lucien Poincaré**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai constaté que la polarisation d'une électrode d'argent plongée dans un sel fondu, tel que l'azotate de potasse, d'abord très considérable, tombe immédiatement à zéro si l'on vient à ajouter au sel en fusion une trace d'azotate d'argent; c'est une généralisation des faits si curieux observés antérieurement par M. Lippmann [1] dans le cas des solutions salines. Ce phénomène de dépolarisation est si sensible qu'une lame d'argent plongée un certain temps dans un bain d'azotate d'argent fondu, et lavée ensuite à grande eau, reste encore quelque temps à peu près impolarisable dans un bain d'azotate de potasse ou de soude en fusion.

» Il résulte de là un moyen de simplifier notablement, dans certains cas, la méthode que M. Bouty et moi [2] avions précédemment employée pour

---

[1] Voir *Journal de Physique*, 1re série, t. VIII, p. 48.
[2] *Comptes rendus*, t. CVII, p. 88 et 332.

mesurer les résistances électriques des sels fondus ; ce procédé s'applique immédiatement à l'étude des conductibilités des mélanges d'azotates où entre de l'azotate d'argent : on évite toute complication en employant pour électrodes principales et pour électrodes parasites des lames et des fils d'argent.

» Ces mélanges étaient intéressants à examiner, parce que, la densité de l'azotate d'argent fondu (3,9 à 350°) étant à peu près le double de la densité commune (1,84 à 350°) de l'azotate de soude et de l'azotate de potasse, on pouvait ainsi rechercher si la loi relative à la conductibilité électrique des mélanges de sels fondus, que M. Bouty et moi avions établie dans le cas de corps possédant des densités sensiblement identiques, ne s'appliquerait pas encore à des sels mêlés ayant, au contraire, des propriétés physiques si nettement différentes.

» J'ai tout d'abord mesuré la conductibilité spécifique de l'azotate d'argent pur, et j'ai constaté qu'elle était très bien représentée, entre 280° et 370°, par la formule linéaire

$$c_t = 1,233[1 + 0,0025(t - 350)] \quad (1)$$ [1].

» Le coefficient $\alpha = 0,0025$ de variation avec la température n'est pas le même que le coefficient $\beta = 0,005$ que nous avions antérieurement trouvé pour les azotates de potasse et de soude; j'ai cherché à voir si, malgré ces différences entre les propriétés physiques, la conductibilité des mélanges de l'azotate d'argent avec l'un ou l'autre de ces sels ne pourrait encore se représenter par la formule

$$c''_t = \frac{pc_t + qc'_t}{p + q}, \quad (2)$$

p et q représentant non plus les poids, mais les *volumes* des deux sels mêlés de conductibilité c_t et c'_t à la température t. Comme α et β sont des quantités très petites, la formule (2) peut s'écrire

$$c''_t = \frac{pc_{350} + qc'_{350}}{p + q}\left[1 + \frac{p\alpha + q\beta}{p + q}(t - 350)\right]. \quad (3)$$

» J'ai opéré sur cinq mélanges et pour chacun d'eux dans un intervalle

---

(1) Les températures sont rapportées au thermomètre à air, et les résistances $\frac{1}{c_t}$ sont exprimées en ohms.

de température assez large pour vérifier la constance du coefficient de variation avec la température; j'ai pu ainsi constater que la formule s'applique dans tous les cas; les différences entre le calcul et l'observation n'atteignent que le chiffre des centièmes.

» La même méthode s'applique à la recherche de la conductibilité électrique de l'azotate d'ammoniaque fondu; mais il faut, dans ce cas, prendre des précautions toutes particulières. La moindre surchauffe en un point de la colonne liquide provoque immédiatement une décomposition partielle dans le sel en fusion, et la présence de la bulle gazeuse qui en résulte fausse complètement le résultat des mesures; on peut cependant arriver à maintenir ce corps à l'état liquide et sans décomposition appréciable entre 160° et 220°, en le chauffant *très lentement* dans un tube assez large plongé dans un bain de paraffine. J'ai constaté que la conductibilité était encore représentée par une formule linéaire

$$\gamma_t = 0,400[1 + 0,0073(t - 200)]. \quad (4)$$

Il est à remarquer que le coefficient $\delta = 0,0073$ est encore différent de ceux qui ont été trouvés pour les autres azotates étudiés; mais on peut observer que le produit de ces coefficients par la densité du sel correspondant, prise à la température moyenne des expériences qui s'y rapportent [1], est un nombre sensiblement constant, comme l'indique le Tableau suivant :

Nature du sel.	Température.	Densité d [2].	Coefficient de variation a.	$d \times a \times 10^5$.
Azotate de potasse................	350	1,84	0,005	920
Azotate de soude..................	350	1,84	0,005	920
Azotate d'argent..................	350	3,9	0,0025	975
Azotate d'ammoniaque..............	200	1,36	0,0073	971

» Si l'on tient compte de la difficulté qu'il y a à mesurer exactement les densités à ces hautes températures, on trouvera que *les coefficients de variation sont bien en raison inverse des densités des sels correspondants.*

» Il est aussi à remarquer que les *conductibilités moléculaires* 0,0397 de l'azotate de potasse, et 0,0420 de l'azotate d'ammoniaque, supposées rame-

---

(1) C'est précisément cette température qui entre comme constante dans chacune des formules.

(2) Les densités ont été déterminées par la méthode du flacon.

nées à une même température (¹) (350° par exemple), sont très voisines l'une de l'autre; ces deux quantités diffèrent, au contraire, notablement des conductibilités moléculaires 0,0537 et 0,0602 de l'azotate d'argent et de l'azotate de soude, qui sont toutes deux peu différentes. On sait qu'en dissolution les deux premiers sels sont normaux, tandis que les deux autres sont anomaux (²). »

PHYSIQUE. — *Dilatation et compression de l'air atmosphérique.* Note de M. Ch. Antoine.

« Soit α le coefficient de dilatation sous pression constante,

$$pv = pv_0 + pv_0 \alpha t.$$

Lorsque p augmente, l'expérience démontre que α grandit, pv_0 diminue, et le terme $\delta = pv_0\alpha$ tend à rester constant, du moins dans la limite des expériences de Regnault.

» Soient v_s, t_s le volume et la température de la vapeur saturée sous la pression p; on aura, pour une température de surchauffe t,

$$(1) \qquad pv = pv_s + \delta(t - t_s) = \delta\left(\frac{pv_s}{\delta} - t_s\right) + t.$$

» J'ai établi que l'on a

$$\log p = \text{const.} - \frac{1000\,\text{A}}{\text{B} + t_s},$$

$$\log v_s = \text{const.} + \frac{1000\,\text{A}}{n(\text{B} + t_s)};$$

il en résulte

$$\log \frac{pv_s}{\delta} = \text{const.} - \left(1 - \frac{1}{n}\right) 1000\,\text{A} \times \frac{1}{\text{B} + t_s}.$$

(¹) Comme les coefficients de variation avec la température ne sont pas les mêmes, et que les coefficients de dilatation diffèrent sans doute aussi (on a cependant constaté qu'ils étaient du même ordre de grandeur), le rapport des conductibilités moléculaires ne reste évidemment pas le même à toutes les températures, mais on voit aisément qu'il varie fort peu.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique de la Faculté des Sciences.

Posons, pour abréger,

$$\mu = \left(1 - \frac{1}{n}\right) 1000 A,$$

on aura

$$\frac{p v_s}{\delta} = G\, 10^{-\frac{\mu}{B+t_s}},$$

(2) $$\beta = \frac{p v_s}{\delta} - t_s = G\, 10^{-\frac{\mu}{B+t_s}} - t_s,$$

$$\log(\beta + t_s) = \log G - \frac{\mu}{B + t_s}.$$

» La relation (1) peut être mise sous la forme

$$pv = \delta(\beta + t);$$

pour une autre pression p' et une autre température t',

$$p'v' = \delta(\beta' + t'),$$

d'où

(3) $$\frac{p'v'}{pv} = \frac{\beta' + t'}{\beta + t}$$

pour $p = p'$, $\beta = \beta'$, $\frac{v'}{v} = \frac{\beta + t'}{\beta + t}$.

» La fonction β donnée par l'équation (2) est la réciproque du coefficient de dilatation sous pression constante.

» Si, dans la relation (3), on fait $v = v'$,

$$\frac{p'}{p} = \frac{\beta' + t'}{\beta + t},$$

$$t' = p'\left(\frac{\beta + t}{p} - \frac{\beta'}{p'}\right).$$

» De la relation $\frac{p'}{p} = 1 + \alpha t'$ on déduira le coefficient moyen de dilatation, sous volume constant, de t à t'.

» *Air atmosphérique.* — Les tensions observées par M. Olzewsky [1] sont coordonnées par la formule approchée

$$\log p = 9{,}00780 - \frac{931}{343 + t_s}.$$

» Les expériences de Regnault conduisent à poser

$$\log(\beta + t_s) = 2{,}68070 - \frac{117}{343 + t_s}.$$

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 28 juillet 1884.

» Pour des pressions de 760mm et de 1041mm (par exemple), on aurait

$$p = 760^{mm},\qquad t_s = -191{,}05,\qquad \beta = 272{,}48,$$
$$p' = 1041^{mm},\qquad t'_s = -187{,}58,\qquad \beta' = 272{,}28;$$

pour passer de la tension p à la tension p', sous volume constant,

$$t' = 1041\left(\frac{272{,}48}{760} - \frac{272{,}28}{1041}\right) = 101.$$

Le coefficient moyen de dilatation, sous volume constant, serait, de 0 à 101°, $\alpha_1 = 0{,}003663$; de 0 à 100°, Regnault a trouvé $\alpha_1 = 0{,}003665$.

» Sous la tension de 760mm, le coefficient de dilatation, sous pression constante, sera

$$\alpha = \frac{1}{\beta} = \frac{1}{272{,}48} = 0{,}0036700.$$

La moyenne des expériences de Regnault donne

$$\alpha = 0{,}0036706.$$

» Si de l'air à 5° est comprimé en passant d'une pression p à une pression p', on aura

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{\beta + 5}{\beta' + 5}.$$

» Les expériences de Regnault sur la compression de l'air se trouvent résumées par le Tableau ci-après :

Séries des essais.	État initial.			État final.			$\frac{pv}{p'v'}$	
	p.	t_s.	β.	p'.	t'_s.	β'.	d'après Regnault.	d'après la formule.
I.....	739	−191,38	272,48	1476	−183,45	272,06	1,00141	1,00172
II....	2113	−179,18	271,77	4209	−170,08	270,98	1,00277	1,00286
II....	2113	−179,18	271,77	6350	−164,14	270,44	1,00354	1,00483
III...	2068	−179,45	271,89	4128	−170,31	271,02	1,00271	1,00313
IV....	4141	−170,29	271,04	8177	−160,28	270,02	1,00325	1,00371
V....	4219	−170,04	271,03	8404	−159,85	269,97	1,00334	1,00386
V....	4219	−170,04	271,03	12982	−152,79	269,11	1,00544	1,00704
VI...	6770	−163,18	270,35	13483	−152,15	269,01	1,00429	1,00489
VI...	6770	−163,18	270,35	19002	−146,13	268,14	1,00854	1,00809
VII..	6387	−164,04	270,43	12725	−153,12	269,14	1,00461	1,00472
VII..	6387	−164,04	270,43	19400	−145,75	268,08	1,00893	1,00861
VIII..	9336	−158,09	269,78	18551	−146,54	268,20	1,00637	1,00578
IX...	11472	−154,85	269,36	20969	−144,33	267,88	1,00562	1,00542

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le sucre interverti.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **L. Grimbert**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons fait remarquer antérieurement (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 390) que le pouvoir rotatoire de la lévulose pure, observé directement, diffère beaucoup de celui que l'on tire de l'observation, dans des circonstances correspondantes, du sucre interverti considéré comme un mélange à poids égaux de glucose et de lévulose. Les données des auteurs sur le pouvoir rotatoire du sucre interverti variant considérablement, de — 38° à — 44°,2 pour le coefficient d'inversion, par exemple, il est nécessaire de préciser les faits.

» Les chiffres fournis sur ce sujet en 1849 par Clerget (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, p. 175) ont été confirmés par M. Tuchschmid (*Journal für prakt. Chemie*, t. II, p. 235; 1870). Employant la formule de ce dernier chimiste, $\alpha_D = -(27°,9 - 0°,32t)$, formule applicable à une liqueur contenant $17^{gr},21$ de sucre interverti ($2C^{12}H^{12}O^{12}$) par 100^{cc}, combinant avec elle celle de M. Tollens relative à la glucose ordinaire, et admettant que le sucre interverti contient molécules égales de glucose et de lévulose, on calcule aisément le pouvoir rotatoire de la lévulose dans le sucre interverti. Il suffit de rapprocher quelques chiffres ainsi obtenus de ceux auxquels conduit, dans les mêmes conditions, notre formule relative à la lévulose pure, pour mettre en évidence l'écart qui les sépare :

Température	0°	5°	10°	14°	20°
α_D lévulose pure	101,22	98,42	95,62	93,38	90,02
α_D lévulose du sucre interverti	108,54	105,34	102,14	99,58	95,74

» Ces divergences intéressant très directement nos connaissances sur des substances aussi intéressantes que le sucre interverti et son générateur, le sucre de canne, nous avons cherché à en reconnaître l'origine. Nos expériences, que nous allons résumer brièvement, ont montré qu'elles sont dues à certaines particularités assez inattendues de l'action exercée par les acides sur la lévulose.

» I. Tout d'abord, le pouvoir rotatoire de la lévulose cristallisée n'est pas modifié quand on introduit, en poids égal, la glucose dans les liqueurs observées; ce dernier sucre n'intervient donc pas pour produire les différences signalées.

» II. Quand on soumet la lévulose pure aux traitements par lesquels on intervertit le sucre de canne, et qu'on détermine ensuite son pouvoir rotatoire, on trouve que celui-ci a été fortement modifié : une solution de lévulose pure à 10 pour 100, donnant à 12° $\alpha_D = -94°,66$, donne $\alpha_D = -96°,78$ quand elle a été préalablement chargée de 5 pour 100 d'acide chlorhydrique et chauffée à 68° pendant une demi-heure; avec l'acide sulfurique employé de même, le pouvoir rotatoire, plus augmenté encore, atteint $\alpha_D = -99°,77$. Les résultats ne varient pas sensiblement quand on neutralise *exactement* les liqueurs avant de les observer au polarimètre.

» Il y a plus, l'action des acides forts sur la lévulose pure se produit dès la température ordinaire et instantanément. L'expérience faite ainsi, sur une liqueur semblable à la précédente et avec l'acide chlorhydrique, a donné $\alpha_D = -96°,50$; or on avait trouvé $\alpha_D = -96°,78$ après chauffage.

» L'acide oxalique se conduit à chaud comme les acides minéraux énergiques. L'acide acétique et l'acide formique, même employés à 5 ou 10 pour 100, restent au contraire sans action sur le pouvoir rotatoire de la lévulose pure.

» Le pouvoir rotatoire de la glucose demeure constant dans les mêmes conditions.

» III. Dès 1846, Dubrunfaut a montré (*Comptes rendus*, t. XXIII, p. 38) que le pouvoir rotatoire du sucre interverti varie avec la nature et la proportion de l'acide employé à le produire, ainsi qu'avec la température à laquelle cet acide a réagi; nous ajouterons que la durée de l'action n'a pas une influence moindre. C'est ainsi qu'avec un sucre de canne interverti d'après la méthode de Clerget, soit par addition de 10 pour 100 d'acide chlorhydrique et chauffage jusqu'à 68° effectué en dix minutes, on a, à 12° et pour la lévulose, $\alpha_D = -101°,30$, tandis qu'avec le même sucre interverti d'après une autre méthode fort usitée aujourd'hui, c'est-à-dire par addition de 5 pour 100 d'acide chlorhydrique et maintien de la température à 68° pendant trente minutes, on trouve $\alpha_D = -96°,52$. Il était dès lors nécessaire de faire des expériences comparatives pour la lévulose pure et pour le sucre interverti. Nous rapporterons seulement les chiffres relatifs au sucre interverti obtenu dans des conditions identiques à celles des expériences citées plus haut pour la lévulose pure : à 12°, l'observation du sucre interverti par 5 pour 100 d'acide chlorhydrique, agissant à 68° pendant trente minutes, conduit à $\alpha_D = -96°,52$ pour la lévulose qu'il renferme, soit au même pouvoir que pour la lévulose pure soumise

au même traitement, $\alpha_D = -96°,78$; avec la méthode de Clerget, la lévulose du sucre interverti correspond à $\alpha_D = -101°,30$, la lévulose pure traitée pareillement donnant seulement $\alpha_D = -97°,44$, soit une valeur égale à celle, $\alpha_D = -97°,86$, que le même sucre pur acquiert sous l'action de l'acide chlorhydrique à froid.

» Sans rechercher les causes de cet écart considérable observé entre les produits de deux méthodes considérées d'habitude comme équivalentes, remarquons que l'identité des résultats fournis dans les deux cas par l'acide à 5 pour 100 établit que l'action de l'acide minéral employé est la cause des divergences dont il s'agit.

» IV. La même démonstration résulte plus nette encore d'un autre ordre de faits. L'acide acétique et l'acide formique, employés à 5 pour 100 et à 100°, intervertissent le sucre de canne en trente minutes, donnant une liqueur dont le pouvoir rotatoire demeure ensuite constant après chauffage prolongé; or, dans le sucre ainsi interverti, la lévulose possède le pouvoir rotatoire de la lévulose pure. Dans des conditions où la lévulose pure donne $\alpha_D = -94°,66$, on y trouve $\alpha_D = -94°,75$ (ac. acétique à 5 pour 100, 30^m à 100°), $\alpha_D = -94°,48$ (ac. acétique à 5 pour 100, 60^m à 100°), $\alpha_D = -94°,00$ (ac. acétique à 10 pour 100, 60^m à 100°), $\alpha_D = -94°,80$ (acide formique à 5 pour 100, 30^m à 100°). En outre, quand on ajoute de l'acide chlorhydrique aux solutions ainsi interverties, la lévulose y subit des modifications semblables à celles de la lévulose pure dans les mêmes circonstances : la lévulose pure traitée à froid par 10 pour 100 d'acide minéral donnant à 12° $\alpha_D = -97°,86$, ou bien $\alpha_D = -97°,54$ après le traitement de Clerget en chauffant à 68°, la lévulose du sucre interverti précédent donne de même $\alpha_D = -98°,56$ ou bien $\alpha_D = -98°,04$.

» Ces dernières observations confirment d'une façon très nette l'exactitude des données que nous avons fournies sur le pouvoir rotatoire de la lévulose pure.

» V. Les faits qui viennent d'être résumés conduisent aux conclusions suivantes : 1° les acides forts modifient le pouvoir rotatoire de la lévulose en l'augmentant plus ou moins suivant les circonstances; 2° la lévulose du sucre interverti par les procédés usités d'ordinaire n'est pas identique à la lévulose cristallisée dont elle constitue un produit d'altération.

» Les mêmes faits indiquent qu'il est utile d'examiner à un point de vue particulier certaines méthodes généralement adoptées dans l'analyse des matières sucrées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'extraction de la sorbite.* Note de MM. **C. Vincent** et **Delachanal**, présentée par M. Friedel.

« M. J. Boussingault a indiqué un procédé qui permet d'extraire une certaine quantité de sorbite du jus de sorbe. Ce procédé consiste, comme on le sait, à traiter ce jus par le sous-acétate de plomb, à enlever l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré et à évaporer le liquide à consistance sirupeuse. Au bout d'un temps variable, mais toujours long, il se dépose de petits cristaux, ne représentant qu'une faible partie de la sorbite, et difficiles à purifier d'une façon complète.

» Nous avons obtenu un meilleur résultat en opérant de la façon suivante :

» Nous avons employé l'acide sulfurique et l'alcool pour éliminer, à l'état de sulfates, la presque totalité de la potasse et de la chaux contenues dans le jus et qui contribuent à entraver la cristallisation de la sorbite.

» Le jus de sorbe fermenté est concentré au tiers de son volume dans le vide. On en prend un échantillon (10^{gr}) que l'on chauffe dans une capsule avec un excès d'acide sulfurique; puis, dans le résidu calciné, on dose l'acide sulfurique combiné. On connaît ainsi la proportion d'acide à ajouter au jus concentré pour transformer les bases en sulfates. On ajoute l'acide étendu de son volume d'eau, puis 2^{vol} d'alcool. La presque totalité des sulfates se précipite; on filtre, on distille l'alcool, et l'on ajoute un léger excès de baryte qui donne un précipité complexe.

» Le liquide clair est traité par le sous-acétate de plomb et ensuite par l'hydrogène sulfuré; il est enfin concentré dans le vide. Le sirop obtenu fournit une forte proportion de sorbite, mais lentement.

» Nous avons constaté que la matière visqueuse qui gêne encore la cristallisation de la sorbite est un acide, ou probablement un mélange d'acides, qui ne précipite ni par le sous-acétate de plomb, ni par les terres alcalines, mais qui forme avec elles des sels gommeux très solubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool fort.

» Cette dernière observation nous a permis de séparer la sorbite rapidement de la façon suivante :

» Le liquide, préalablement traité comme ci-dessus, est saturé par la baryte exactement et évaporé dans le vide à consistance de sirop épais. Ce sirop est épuisé par l'alcool bouillant à 95° qui dissout la sorbite presque pure, laissant le produit barytique comme résidu.

» Par évaporation de l'alcool on obtient un sirop qui, en quelques jours, laisse déposer une abondante cristallisation de sorbite en longues aiguilles.

» Il est à remarquer que la sorbite cristallise facilement et rapidement lorsqu'elle est presque pure, quoiqu'elle soit *très soluble dans l'eau*.

» M. Meunier vient d'indiquer que la sorbite formait un acétal avec l'aldéhyde benzoïque. Cet acétal, en raison de son insolubilité dans l'eau, permet d'extraire rapidement la sorbite à l'état de pureté et de la rechercher dans les liquides végétaux; il permet même de déterminer la proportion de sorbite contenue dans ces produits.

» Nous avons opéré de la façon suivante :

» Le jus de sorbe, concentré au tiers de son volume dans le vide, est additionné de sous-acétate de plomb en excès, filtré, traité par l'hydrogène sulfuré, enfin concentré dans le vide jusqu'à sirop épais.

» Ce sirop est additionné de son poids d'acide sulfurique (à 50 pour 100 d'acide monohydraté) et de 80 pour 100 d'aldéhyde benzoïque.

» Le mélange agité s'épaissit bientôt, puis se prend en masse par l'acétal formé.

» Au bout de vingt-quatre heures, la matière est broyée et lavée à l'eau, par dépôt et suspension.

» Le poids de ce précipité séché, après lavage complet pour éliminer l'excès d'aldéhyde, permet d'évaluer la quantité de sorbite contenue dans le produit traité.

» Nous nous sommes assurés que, dans les conditions indiquées, la sorbite était précipitée d'une façon complète.

» Pour obtenir la sorbite, on chauffe l'acétal avec de l'eau chargée de quelques centièmes d'acide sulfurique et d'aldéhyde benzoïque; puis, lorsque la décomposition est terminée, on entraîne l'aldéhyde par un courant de vapeur d'eau.

» Il reste ainsi une liqueur renfermant de la sorbite, de l'acide sulfurique et une certaine quantité d'acide benzoïque, provenant de l'oxydation de l'aldéhyde. On la sature par la baryte, afin d'éliminer l'acide sulfurique; l'acide benzoïque reste dissous à l'état de benzoate de baryte. On filtre, et l'on précipite exactement la baryte par l'acide sulfurique.

» Après refroidissement, le liquide est agité à plusieurs reprises avec de l'éther, afin de séparer l'acide benzoïque dissous. Il suffit ensuite d'évaporer dans le vide et de traiter par un peu de noir animal pour obtenir un sirop incolore, qui, en quelques jours, laisse déposer une abondante cristallisation de sorbite en longues aiguilles brillantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétal dibenzoïque de la sorbite*. Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Troost.

« MM. Vincent et Delachanal ayant mis obligeamment à ma disposition de la sorbite extraite du jus de sorbes, j'ai pu appliquer à cette substance, isomère de la mannite, le dernier procédé que j'ai décrit pour la prépara-

tion de l'acétal benzoïque de la mannite (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 910).

» En présence de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique, la sorbite se combine à l'aldéhyde benzoïque et donne ainsi un corps blanc, confusément cristallin, fondant vers 160° et gardant, après la fusion, un aspect corné. Cet acétal possède les mêmes propriétés générales que l'acétal correspondant de la mannite : il est insoluble dans l'eau, faiblement soluble dans l'alcool chaud, plus soluble dans la benzine, le chloroforme ou l'acide acétique bouillants.

» Il se décompose par l'ébullition avec l'acide sulfurique étendu d'eau, en présence de l'aldéhyde benzoïque, et régénère ainsi cette aldéhyde et la sorbite.

» Deux molécules d'aldéhyde benzoïque entrent dans sa composition; on doit donc le représenter par la formule

$$C^{20}H^{22}O^{6}.$$

» C'est un acétal dibenzoïque, comme celui de la perséite que M. Maquenne a décrit récemment. »

GÉOLOGIE. — *Sur la relation des roches éruptives acides avec les émanations solfatariennes.* Note de M. **A. de Lapparent**, présentée par M. Daubrée.

« Il est, dans le volcanisme contemporain, un fait qui ne paraît pas avoir été remarqué jusqu'ici et que je crois utile de signaler, à cause des conséquences qu'il entraîne relativement à la genèse, encore si mystérieuse, des roches granitoïdes. Ce fait est le suivant :

» Le phénomène *solfatarien*, considéré comme le dégagement, relativement tranquille et continu, de vapeurs chimiquement actives (sulfhydriques, sulfureuses, chlorhydriques, etc.), en mélange avec la vapeur d'eau, ce phénomène, dis-je, paraît étroitement localisé dans les districts où l'activité volcanique, antérieurement à la formation des solfatares, s'était surtout traduite par des éruptions de roches *acides* ou riches en silice.

» Ainsi, réduit à presque rien aux îles Sandwich, dont les laves sont des basaltes; peu développé au Vésuve, qui rejette des leucotéphrites, et à l'Etna, centre d'éruptions de labradorites, le phénomène prend une intensité particulière aux Champs phlégréens, au milieu d'un ancien épanche-

ment de *trachyte*. Il est très remarquable aux îles Lipari, c'est-à-dire là où sont sorties les *liparites*, dont la teneur en silice dépasse 76 pour 100. Les solfatares se retrouvent dans les Andes du Chili, au milieu de *trachytes* et d'*andésites*. Celles de la Californie occupent un territoire où les *andésites* et les *dacites*, roches *quartzifères*, jouent un grand rôle, et tel est aussi le gisement des grandes solfatares de Java. Le district geysérien et solfatarien de la Nouvelle-Zélande, en partie détruit par l'explosion de 1886, avait pour centre une montagne de *rhyolite* vitreuse, qui a projeté en l'air de la *ponce quartzifère*, avec dégagement d'acide chlorhydrique.

» Le merveilleux territoire solfatarien du Yellowstone a été, à la fin de l'époque tertiaire, le théâtre d'éruptions grandioses, où dominaient les *andésites* et les *rhyolites*. Depuis, il est survenu de telles émanations acides que, sur des étendues considérables, les rhyolites ont été profondément altérées et transformées en argiles bariolées. Au contraire, on chercherait vainement des traces solfatariennes dans l'Eifel, qui a surtout fourni des roches basiques, et l'Auvergne, où l'inondation basaltique est le fait caractéristique des éruptions pliocènes, ne montre de traces de ce genre qu'au mont Dore, dans le *trachyte* que les émanations ont changé en alunite, et au Puy-de-Dôme, dans les petits filons d'oligiste de la *domite*. Enfin les nombreuses émanations sulfurées, qui ont créé les gîtes métallifères de la Transylvanie, étaient en relation immédiate avec des *andésites*, des *dacites* et des *rhyolites* acides (*porphyres molaires*).

» Cela posé, les solfatares, comme les fumerolles, doivent être considérées comme le résultat du départ des éléments volatils qui étaient primitivement incorporés à la lave et qui l'abandonnent à un moment déterminé de son éruption, ou de sa descente dans les profondeurs de la cheminée volcanique.

» Or, si l'on réfléchit que les roches acides ou à excès de silice sont, en raison de leur composition, les plus réfractaires à la fusion ignée et à la cristallisation, la relation signalée nous autorise à penser que c'est grâce à l'abondance des éléments volatils qu'elles ont pu venir jusqu'au jour. Ces éléments ont agi comme des véhicules et si, au lieu de se dégager librement, ils avaient dû demeurer dans le magma pendant toute la durée de son refroidissement, ils auraient certainement rendu plus régulier le travail de l'agrégation moléculaire. Dans ce lent travail, les cristaux auraient pu *se nourrir* progressivement et conquérir les dimensions, relativement considérables, qui caractérisent l'état *granitoïde*, état dont la production

serait empêchée par une prise en masse rapide, résultat du départ précipité des dissolvants.

» Ainsi, la simple observation de faits contemporains me semble apporter une confirmation précieuse à la conception développée par Élie de Beaumont et généralement acceptée par l'École française, à savoir que les *agents minéralisateurs* volatils ont dû jouer un grand rôle dans la formation des roches largement cristallines. »

MINÉRALOGIE. — *Photographie des figures de Widmanstaetten*. Note de M. **H. Morize**, présentée par M. Daubrée.

« La photographie des figures de Widmanstaetten dans les fers météoriques est pleine d'intérêt, mais n'est pas sans présenter plusieurs difficultés techniques.

» La schreibersite, la troïlite et peut-être la rhabdite, qui forment le léger relief qui doit être reproduit, se détachent à peine du fond dont la couleur est presque identique à la leur. Comme ces minéraux sont doués de l'aspect métallique et réfléchissent la lumière à la façon d'un miroir, on ne peut obtenir leur image à la lumière solaire directe qu'avec beaucoup de précautions, sans lesquelles le cliché est parsemé de points brillants formés par la lumière réfléchie sur chaque petite aspérité.

» La lumière directe doit être tamisée au travers d'un verre dépoli et doit tomber sur l'objet avec une incidence aussi rasante que possible. En se servant de deux miroirs, dont l'un est disposé en plein soleil et l'autre est placé entre l'objectif et l'objet, en face de ce dernier et un peu de côté, on y parvient aisément.

» Toutefois, si une photographie faite par ce procédé donne une forte sensation de relief, elle ne fournit aucune donnée sur la nature minéralogique des espèces qui contribuent aux figures de Widmanstaetten. Comme exemple, on peut examiner la photogravure (*fig*. 1) prise d'après un cliché d'un fragment de la météorite holosidère du Bendego, et qui est destiné à en montrer la structure compliquée et intéressante.

» Par contre, si l'on emploie une lumière diffuse, comme celle des nuages, et tombant sous une incidence voisine de 90°, on obtient un tout autre résultat : c'est ce que représente la photogravure (*fig*. 2).

» On ne voit alors aucun relief, mais, en compensation, on a une

espèce de carte topographique dans laquelle les différents éléments seraient figurés par des teintes d'intensités diverses. Chaque inclusion, chaque juxtaposition est délimitée par un trait noir et délié qui indique exactement sa place.

Fig. 1.



Reproduction d'une photographie obtenue à la lumière directe et avec une incidence rasante. Grossissement de $1\frac{1}{2}$ fois.

» Pour obtenir cet éclairage, on se sert de deux miroirs plans (un seul miroir de forme carrée et percé d'un trou pour laisser passer l'objectif serait préférable) placés de chaque côté de l'objectif, avec lesquels on cherche à réfléchir sur l'objet la lumière émanée des nuages. La meilleure position des miroirs est assez longue à obtenir, car il est indispen-

sable que toutes les parties de l'objet soient également lumineuses. Cette lumière diffuse équivaut à peu près au quart ou au tiers de la lumière solaire directe deux fois réfléchie. En se servant, comme nous l'avons fait,

Fig. 2.



Reproduction d'une photographie obtenue à la lumière diffuse et tombant sous une incidence voisine de 100°. — Grossissement, environ 8 fois.

d'un aplanétique de Steinheil de 14^{cm} de foyer avec un diaphragme $f/12$ et un grossissement de 2,5 diamètres, il faut de trois à quatre minutes avec la lumière solaire, et de neuf à douze minutes avec la lumière diffuse.

Nous avons reproduit avec un grossissement de 8 à 10 fois quelques points intéressants, en employant un aplanétique de Steinheil de 41^{mm} à peine de foyer, diaphragmé au $f/12$; dans ce cas la pose a varié entre quinze et vingt minutes en employant l'éclairage oblique ([1]). »

M. **J. Desbourdieu** adresse une Note relative à un nouveau microphone, qu'il nomme *microphone-pendule*.

L'auteur s'est proposé d'accroître la sensibilité du microphone de Hughes, en neutralisant le poids du charbon mobile, de façon à en accroître par cela même la mobilité.

M. **H. Douliot** adresse une Note relative à une matière nutritive, extraite du blé, à laquelle il donne le nom de *fromentine*.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1889.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par F. Folie, 1889, 56e année. Bruxelles, F. Hayez, 1889; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Faye.)

Preuves de la nutation diurne. Détermination approximative de ses constantes; par F. Folie. Bruxelles, F. Hayez, 1888; br. in-12. (Présenté par M. Faye.)

Collection des anciens alchimistes grecs, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par M. Berthelot, avec la collaboration de M. Ch.-Em. Ruelle. Quatrième Livraison, comprenant les Tables et

---

([1]) Les plaques employées proviennent les unes d'Obernetter et les autres d'Attout-Tailfer; elles sont également bonnes.

Le fragment photographié a été détaché de la météorite placée à l'arsenal et préparé par M. le Professeur A.-O. Derby, du Musée national.

Index alphabétiques du texte grec et de la traduction et l'Index alphabétique de l'Introduction. Paris, Georges Steinheil, 1888; 1 vol. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier. Tome premier, livraison du 15 janvier 1889, n° 1. Paris, Paul Klincksieck; br. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Des hématozoaires du paludisme. Revue critique par M. le Professeur Laveran; br. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Traité d'hystérotomie et d'hystérectomie par la voie vaginale; par le Dr Laurent Secheyron. Paris, Octave Doin, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours Godard.)

Traité pratique d'antisepsie appliquée à la thérapeutique et à l'hygiène, par les Drs Le Gendre, Barette et Lepage. Paris, G. Steinheil, 1888; 2 vol. gr. in-8°. [Présenté par M. Bouchard et renvoyé au concours Montyon (Médecine et Chirurgie.)]

Travaux du laboratoire de Léon Fredericq. Tome II, 1887-88. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1888; 1 vol. in-8°.

Zoologie. Observations sur le Myspithèque, dit Aye-Aye, *de Madagascar; par* M. Lavocat. Toulouse, Douladoure-Privat, 1888; br. in-8°.

Observations de Poulkova, publiées par Otto Struve, volume XIV. Saint-Pétersbourg, imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Beobachtungen der Saturnstrabanten. Erste Abtheilung beobachtungen am 15-Zölligen Refractor, von Hermann Struve. Supplément I aux *Observations de Poulkova*. Saint-Pétersbourg, imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Anales del Instituto y observatorio de Marina de San Fernando, publicados de órden de la Superioridad, por el director don Cecilio Pujazon. Seccion 2a : *Observaciones meteorológicas, año* 1887. San Fernando; José Maria Gay y Bru, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Report of a Committee of the clinical Society of London, nominated december 14, 1883, *to investigate the subject of Myxœdema.* Supplement to volume the twenty-first. London, Longmans, Green and C°, 1888; 1 vol. in-8°.

Publications périodiques.

Bulletin des Sciences mathématiques. — Nouvelles Annales de Mathématiques. — Annales des Ponts et Chaussées. — Société des Ingénieurs civils. — Journal de Pharmacie et de Chimie. — Journal d'Hygiène. — Revue d'Hygiène théra-

peutique. — Bulletin général de Thérapeutique. — Le Progrès médical. — Recueil de Médecine vétérinaire. — Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. — Bulletin mensuel de la Société d'études philosophiques et sociales. — Le Magasin pittoresque. — Revue des études juives. — Polybiblion : Revue bibliographique universelle. — L'Imprimerie, journal de la Typographie, de la Lithographie.

ERRATA.

(Séance du 14 janvier 1889.)

Note de M. *Des Cloizeaux :*

Page 77, ligne 8 après le titre, *au lieu de* d'oxygène, *lisez* d'équivalents *et supprimez* gr au-dessus de 40,98.

Note de M. *Tanret,* Sur l'ergostérine :

Page 99, lignes 23 et 31, *au lieu de* $C^{56}H^{42}O^{2}$, *lisez* $C^{56}H^{42}O^{4}$.
Page 100, lignes 14 et 22, *au lieu de* $C^{60}H^{46}O^{2}$, *lisez* $C^{60}H^{46}O^{4}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Réactions de l'eau oxygénée sur l'acide chromique;* par M. **Berthelot**.

« Le caractère singulier des réactions de l'eau oxygénée, regardées de tout temps comme le type des actions dites de présence, m'a engagé à approfondir davantage les phénomènes qu'elle manifeste vis-à-vis de l'acide chromique; j'ai découvert des circonstances où sa décomposition est illimitée, sans altération permanente de l'acide chromique.

» Rappelons d'abord comment s'exerce la réaction de l'eau oxygénée sur l'acide chromique. Elle peut se développer dans trois conditions différentes : avec l'acide chromique pur; en présence d'un acide minéral énergique, capable de changer l'acide chromique en sel d'oxyde de chrome; enfin en présence d'un alcali, formant un bichromate ou un chromate réputé neutre.

» En présence d'un acide minéral énergique, tel que l'acide sulfurique ou chlorhydrique employé en excès, se développe tout d'abord la coloration bleue de l'acide perchromique, et presque aussitôt l'oxygène se dégage avec une lente effervescence : de telle façon qu'en opérant, par exemple, avec une liqueur qui renferme $\frac{1}{60}$ de son poids d'acide chromique, dans laquelle on verse un excès d'eau oxygénée, vers la température de 10°, l'action n'est pas encore terminée au bout d'un quart d'heure. La réaction donne lieu, d'ailleurs, à la transformation de l'acide chromique en sulfate d'oxyde de chrome; l'oxygène perdu par l'acide chromique, étant à l'oxygène, perdu simultanément par l'eau oxygénée, dans le rapport de 3 : 3 ou de 3 : 5, suivant que l'on verse l'eau oxygénée peu à peu dans l'acide chromique, ou bien, au contraire, l'acide chromique peu à peu dans l'eau oxygénée. J'ai déjà insisté sur ces faits et sur leur interprétation. J'ajouterai qu'en opérant avec de l'acide nitrique, au lieu de l'acide sulfurique, l'effervescence est plus rapide et la décomposition accélérée.

» Au contraire, les acides plus faibles, tels que l'acide acétique ou l'acide phosphorique, développent tout d'abord avec l'acide chromique et l'eau oxygénée une coloration violacée ou purpurine, suivant la concentration; cette coloration est due au mélange de l'acide perchromique, isolable par agitation avec de l'éther, et d'un composé brun, dont il va être question tout à l'heure. L'effervescence et le dégagement de l'oxygène ne tardent pas d'ailleurs à se manifester.

» Avec des acides plus faibles encore, tels que l'acide borique ou l'acide cyanhydrique, la liqueur brunit seulement; puis l'effervescence a lieu lentement, l'action étant alors à peu près la même que lorsqu'on opère sans addition d'acide étranger.

» Venons à l'action directe de l'acide chromique sur l'eau oxygénée. Je l'ai observée dans trois conditions : avec l'acide pur; avec le bichromate de potasse, mêlé d'une dose strictement équivalente d'acide sulfurique ou chlorhydrique; enfin avec le bichromate de potasse pur, lequel peut être assimilé à un système formé de chromate neutre et d'acide chromique.

» Avec l'acide chromique pur et exempt d'acide sulfurique, il est nécessaire d'employer des liqueurs extrêmement étendues et d'ajouter la solution, peu à peu et par petites gouttes, dans l'eau oxygénée. Si la liqueur est plus concentrée, il se produit aussitôt la coloration bleue de l'acide perchromique, laquelle tourne au violet ou au brun, ou même au vert, suivant les

conditions du mélange et la concentration : elle renferme alors de l'oxyde de chrome, précipitable par l'ammoniaque. Mais si l'on a opéré avec toutes les précautions voulues, toujours vers 10°, la liqueur brunit seulement et elle ne renferme que des traces presque insensibles d'acide perchromique (isolable par l'éther).

» Les choses se passent d'une manière analogue avec une solution de bichromate de potasse, à laquelle on a ajouté une proportion d'acide chlorhydrique ou sulfurique, strictement équivalente à celle du potassium.

» Mais c'est avec le bichromate pur que l'action est la plus régulière. Par exemple, ce sel étant dissous ($Cr^2O^7K = 8^{lit}$), si l'on y verse une solution d'eau oxygénée ($HO^2 = 1^{lit}$ ou $\frac{3}{4}$ de litre), à équivalents égaux : $Cr^2O^7K + HO^2$, la liqueur conserve un instant sa teinte, puis elle se fonce peu à peu, en prenant une coloration brun intense. Au bout de peu de temps, l'effervescence commence; pendant qu'elle a lieu, la liqueur ne contient que des quantités très petites ou même nulles d'acide perchromique (isolable par l'éther) : ce qui montre que la coloration est due à un composé différent. Puis la liqueur s'éclaircit et reprend sa teinte initiale.

» J'ai effectué cette réaction dans le calorimètre, pour en mieux suivre les phases. Dans une première expérience, faite à 7°, j'ai trouvé que la température s'élevait progressivement, sans arrêt, ni saut brusque; de telle sorte qu'au bout de quatre minutes la réaction était presque terminée. Elle avait dégagé $+ 10^{Cal},4$: c'est sensiblement le chiffre de la décomposition de l'eau oxygénée ($+ 10,8$), d'après mes anciennes mesures : l'écart étant attribuable à une réaction inachevée.

» D'après la marche du thermomètre, on peut calculer la chaleur dégagée à l'instant même du mélange : elle était seulement de $+ 0^{Cal},1$; ce qui montre bien que la réaction s'est effectuée peu à peu. Dans une autre expérience, on a suivi le thermomètre, jusqu'à ce que sa marche se confondît avec la vitesse du refroidissement d'un système pareil, mais constitué par l'eau pure. Il a fallu dix-neuf minutes pour atteindre ce terme, la chaleur dégagée étant de $+ 10^{Cal},72$, chiffre qui répond sensiblement à la destruction exacte de l'eau oxygénée. La liqueur finale ne renfermait ni eau oxygénée, ni la moindre trace d'oxyde de chrome, précipitable par l'ammoniaque.

» Non seulement le bichromate de potasse décompose ainsi l'eau oxygénée à équivalents égaux, sans s'altérer lui-même; mais il détermine la décomposition d'une dose illimitée d'eau oxygénée. En effet, après que la liqueur a repris sa teinte initiale, si l'on y ajoute une nouvelle dose d'eau

oxygénée, elle brunit de nouveau, puis se décolore peu à peu, avec destruction totale de l'eau oxygénée; et l'on peut recommencer indéfiniment l'opération. En vingt-quatre heures, j'ai ainsi détruit, pour 1 équivalent de bichromate de potasse, Cr^2O^7K, 40 équivalents d'eau oxygénée, HO^2, contenant vingt-six fois autant d'oxygène disponible que l'acide chromique excédant (sur le sel neutre) du bichromate. J'opérais avec de l'eau oxygénée pure, dont le titre, pendant le même temps, n'a varié spontanément que depuis $11^{gr},4$ jusqu'à $11^{gr},2$ au litre. La solution du bichromate ayant repris à la fin de l'expérience sa composition initiale, sans renfermer la moindre trace d'oxyde de chrome, ni d'acide perchromique, il est clair que la décomposition de l'eau oxygénée peut être regardée comme illimitée. J'ajouterai qu'en opérant les mélanges avec précaution, ils peuvent ne renfermer, à aucun moment, d'acide perchromique; bien qu'une trace de ce dernier apparaisse parfois lors d'un mélange brusque.

» En fait, on observe d'abord qu'il se forme un composé brun transitoire, chaque fois que l'eau oxygénée est ajoutée au bichromate, composé qui disparaît à la fin : le phénomène doit donc être expliqué par la formation d'une combinaison intermédiaire entre l'eau oxygénée et l'acide chromique, combinaison qui ne tarde pas à se détruire, en régénérant l'acide chromique; tandis que l'eau oxygénée disparaît de son côté, en fournissant de l'eau et de l'oxygène.

» C'est l'énergie tirée de l'eau oxygénée, composé exothermique, qui est consommée dans la réaction. La preuve de cette interprétation résulte de la mesure de la chaleur dégagée, ainsi que je l'ai exposé plus haut : c'est la même interprétation que j'ai donnée, il y a vingt-quatre ans, pour les actions de présence et pour les fermentations. Je l'ai appliquée depuis en détail aux principales réactions de l'eau oxygénée, attribuées jusque-là à de simples actions de présence, et j'ai mis en évidence dans la plupart des cas les combinaisons intermédiaires qui servent de pivot aux phénomènes. Celle qui règle l'action de l'acide chromique pur est plus difficile à saisir. Cependant, si l'on observe, d'une part, que la formation de l'acide perchromique peut être évitée, et, d'autre part, que la teinte brune temporaire des liqueurs est celle des chromates d'oxyde de chrome, on sera porté à admettre la formation momentanée d'un semblable chromate, uni, en outre, à l'eau oxygénée, tel que :

$$n\mathrm{CrO^3},\ \mathrm{Cr^2O^3} + 3\mathrm{HO^2}.$$

» Sa formation est accompagnée nécessairement par un dégagement

d'oxygène, attribuable à la fois à l'eau oxygénée et à l'acide chromique,

$$(n + 2)CrO^3 + 6HO^2 = (nCrO^3, Cr^2O^3 + 3HO^2) + 3HO + O^6;$$

mais l'eau oxygénée, qui concourt à former ce composé complexe, ne tarde pas à réagir sur l'oxyde chromique, comme elle le fait d'ailleurs en présence des alcalis, et elle régénère l'acide chromique

$$nCrO^3, Cr^2O^3 + 3HO^2 = (n + 2)CrO^3 + 3HO.$$

» Nous revenons ainsi à l'état initial, et la continuité du phénomène est expliquée. Cette explication s'applique aussi bien au bichromate de potasse qu'à l'acide chromique pur.

» Avec le chromate neutre, les phénomènes observés ne sont pas moins remarquables :

» Il n'y a pas tout d'abord de changement appréciable dans la teinte ($CrO^4K = 2^{lit}$); mais elle se fonce légèrement au bout de dix minutes, et brunit, quoiqu'à un degré bien moindre qu'avec le bichromate. Cependant la décomposition ne tarde pas à se manifester par l'apparition de fines bulles d'oxygène, semblables à celles qui se développent lorsque l'eau oxygénée très étendue est mélangée avec une solution alcaline. Au bout de vingt-quatre heures, la destruction de l'eau oxygénée, même en excès considérable, est complète et la liqueur a repris sa teinte initiale, sans renfermer d'oxyde de chrome. Cette réaction est plus lente avec le chromate neutre qu'avec le bichromate; mais elle aboutit de même à la destruction totale de l'eau oxygénée. On peut se rendre compte de ces phénomènes, si l'on remarque que le chromate neutre, dissocié par l'eau qui le dissout, est assimilable à certains égards, de même que les sels réputés neutres des acides faibles, à un mélange de bichromate de potasse et d'hydrate alcalin étendu. Or l'hydrate alcalin accélère la décomposition de l'eau oxygénée, en raison de la formation d'un composé intermédiaire, ainsi que je l'ai précédemment établi; et le bichromate l'accélère également, comme je viens de le démontrer.

» Quoi qu'il en soit de cette interprétation, j'insiste à la fois sur le caractère illimité de la décomposition, sur la formation d'un composé intermédiaire qui en forme le pivot, et sur les propriétés exothermiques de l'eau oxygénée et de la transformation totale. Ces trois conditions caractérisent la mécanique chimique des actions de présence. »

Sur un appareil construit par la Compagnie du canal de Suez, sous le nom de dérocheuse Lobnitz, *pour élever, d'une profondeur d'eau de plus de* 12^m, *des blocs de rocher.* Note de M. F. de Lesseps.

« Parmi les travaux en exécution conformément au programme d'amélioration définitive du canal maritime de Suez, il m'a paru intéressant de communiquer à l'Académie le procédé employé pour l'enlèvement des parties rocheuses sous-marines, à une profondeur où l'on n'avait pas opéré jusqu'à présent. Pour arriver à ce résultat, nous avons fait construire une drague appelée *la dérocheuse Lobnitz*, dont les organes sont supportés, sous l'élinde, par une *roue-guide* sur laquelle cheminent les godets à décharger. Cette disposition permet à la chaîne à godets de travailler sous un angle de 45°, alors que, sans cette addition, on ne pourrait guère incliner l'élinde au delà de 32°. L'appareil est en travail dans le canal de Suez, depuis le commencement de 1888.

» Je joins à cette Note un dessin qui fait très bien comprendre le fonctionnement de l'appareil. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers butyliques mixtes et proprement dits.* Note de M. E. Reboul.

M. Reboul complète comme il suit les développements qu'il a donnés sur ce sujet dans une Communication précédente [1] :

« 5° *Éther di-isobutylique :* $[(CH^3)^2CH\text{-}CH^2]^2O$. — Il se produit aisément par l'action du bromure isobutylique sur l'isobutylate de sodium. C'est un liquide mobile, d'odeur suave, insoluble ou peu soluble dans l'eau (analyse $C = 73,75$, $H = 14,0$). Densité à $15° = 0,7616$. Il bout à 122°-122°,5 sous la pression 0,760. L'acide bromhydrique concentré le

---

(1) Voir la Communication précédente, p. 39 de ce Volume.

Dans cette Note, à la page 42, ligne 20, *au lieu de* $\begin{matrix} CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \\ (CH^3)^3\text{-}CH \end{matrix}\Big\rangle O$, *lisez* $\begin{matrix} CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2 \\ (CH^3)^3C \end{matrix}\Big\rangle O$.

transforme en bromure isobutylique (90°-91°). Il se forme en même temps dans cette préparation une quantité très notable d'alcool isobutylique et d'isobutylène $(CH^3)^2C = CH^2$.

» En faisant agir l'iodure isobutylique sur l'isobutylate de potassium, Wurtz avait cru obtenir cet éther, dont il avait fixé le point d'ébullition à 100°-104° [1]; mais il avait fait remarquer lui-même que c'était un produit fort impur, qui ne lui avait jamais donné plus de 71 pour 100 de carbone au lieu de 73,8 pour 100, et qu'il contenait beaucoup d'alcool isobutylique. Vingt-trois ans plus tard, Puchot [2], en étudiant l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool isobutylique, avait isolé un produit bouillant à 98°, dont l'analyse concordait assez bien avec celle de l'éther diisobutylique, mais dont la densité de vapeur 3,29 était fort éloignée de celle 4,5 de l'éther. Norton et Prescott (*American chem. Journal*, 1879-1880) avaient nié la production de cet éther dans la réaction de Puchot. Le prétendu éther diisobutylique bouillant à 98° n'est en effet qu'un mélange à proportions à peu près égales d'isodibutylène (102°-104°) et d'alcool isobutylique, dont la composition centésimale, ainsi que la densité de vapeur, sont fort voisines de celles de l'éther.

» Si l'on traite en effet peu à peu par le brome ce liquide bouillant à 98°, préalablement étendu d'éther ordinaire anhydre et refroidi à − 15°, tout l'isodibutylène passe à l'état de dibromure, l'alcool isobutylique et l'éther diisobutylique, s'il y en a, n'étant pas attaqués dans ces conditions. L'éther ordinaire est chassé au bain-marie (il y a une forte coloration) et l'on soumet le résidu à la distillation fractionnée dans un vide de $0^m,04$. On peut ainsi isoler l'alcool isobutylique et du dibromure d'isodibutylène qui, sous cette pression ($0^m,04$), bout vers 135°. Son analyse a fourni des nombres qui concordent avec la formule $C^8H^{16}Br^2$.

» 6° *Éther isobutylique-secondaire* $\left.\begin{matrix}(CH^3)^2CH\text{-}CH^2 \\ \left.\begin{matrix}CH^3 \\ CH^3\text{-}CH^2\end{matrix}\right\rangle CH\end{matrix}\right\rangle O$. — Il résulte de l'action du bromure isobutylique sur le dérivé sodé de l'alcool secondaire. Il se forme en même temps de l'alcool secondaire et de l'isobutylène qui, condensé dans du brome, donne comme d'habitude le bromure

$$\left.\begin{matrix}CH^3 \\ CH^3\end{matrix}\right\rangle CBr\text{-}CH^2Br,$$

---

(1) WURTZ, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLII, p. 154.

(2) PUCHOT, *Comptes rendus*, t. LXXXV; 1877.

bouillant à 149°-150°, mêlé d'une certaine proportion de bromure bromé. Cette réaction secondaire correspond à environ $\frac{1}{3}$ du bromure isobutylique employé.

» Liquide insoluble dans l'eau, d'odeur ressemblant à celle des précédents. Il bout à 121°-122°. Densité à 15°, D = 0,7652 (analyse, C = 73,95; H = 13,8). L'acide HBr concentré le scinde en bromures isobutylique et secondaire.

» 7° *Éther isobutylique-tertiaire.* — Il ne se produit ni par l'action du bromure isobutylique sur le dérivé sodé du triméthylcarbinol ni par celle du bromure tertiaire sur l'isobutylate sodique. Dans le premier cas, il se forme du triméthylcarbinol et de l'isobutylène; dans le second, de l'alcool isobutylique et de l'isobutylène.

» 8° *Éther butylique disecondaire.* — En réagissant sur le dérivé sodé de l'alcool butylique secondaire, le bromure secondaire ne donne point de traces sensibles de cet éther. La double décomposition se fait uniquement suivant l'équation

$$\begin{aligned} &CH^3{-}CH.ONa{-}CH^2{-}CH^3 + CH^3{-}CHBr{-}CH^2{-}CH^3 \\ &= \underbrace{CH^3{-}CH.OH{-}CH^2{-}CH^3}_{\text{Alcool secondaire.}} + \underbrace{CH^3{-}CH^2{-}CH{=}CH^2}_{\text{Éthyléthylène.}} + NaBr. \end{aligned}$$

Ce butylène fournit en effet avec le brome un bromure bouillant à 165°-167°.

» On sait que cet éther a été obtenu par Kessel en faisant agir le zinc éthyle sur l'oxychlorure d'éthylidène.

» 9° et 10° *Éthers butyliques secondaire-tertiaire et ditertiaire.* — Ils ne semblent pas prendre naissance par double décomposition entre les bromures et les dérivés sodés. Pour ne citer que ce qui concerne l'éther ditertiaire, il me suffira de dire que le bromure tertiaire et le triméthylcarbinol sodé fournissent uniquement du triméthylcarbinol et de l'isobutylène $(CH^3)^3CBr + (CH^3)^3C.ONa = (CH^3)^2C = CH^2 + (CH^3)^3C.OH + NaBr.$

» La méthode générale employée ne donne donc que six des dix éthers butyliques prévus par la théorie; un septième a été obtenu par Kessel par un autre moyen (éther disecondaire). Mais il y a lieu de remarquer que les éthers 7, 8, 9 et 10 ne se produisent pas et que la réaction dite *secondaire* devient non seulement prédominante, mais unique ou à peu près. L'interprétation de ces faits me paraît résider dans les quantités inégales de chaleur dégagées dans l'un et l'autre genre de décomposition, les-

quelles déterminent la réaction suivant le principe du travail maximum de M. Berthelot. »

CHIMIE. — *Sur le gadolinium de M.* de Marignac. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« M. de Marignac a découvert la terre Yα (nommée depuis *gadoline*) et a établi son individualité en s'appuyant sur des raisons d'ordre chimique et sur la marche des équivalents dans la série des produits obtenus par fractionnement. Malgré son imparfaite pureté, la terre Yα montra à plusieurs spectroscopistes des raies électriques nouvelles. Toutefois, M. Crookes, mettant en doute l'individualité de la gadoline, a conclu, d'après des observations de fluorescence ([1]), que cette terre est un mélange d'environ 61 parties d'yttria et 39 parties de samarine ([2]). Devant l'assertion du savant chimiste anglais, M. de Marignac désirait soumettre la gadoline à un nouvel examen; mais, empêché par l'état de sa santé, il m'a fait l'honneur de me confier son précieux produit.

» D'abord, qu'appelle-t-on *yttria?* Aujourd'hui ([3]), c'est, pour

([1]) J'ai fait voir que les bandes fluorescentes vertes, attribuées à la gadoline, sont en réalité dues à la présence d'un peu de terre Zβ (*Comptes rendus*, p. 113, 12 juillet 1886).

([2]) Omitting minor details, Yα is yttria with the chief characteristic band — the citron band — left out, and with the double green band of samaria added to it. Now look at *fig.* 4 which represents the spectrum of a mixture of sixty one parts of yttria and thirty nine parts of samaria. It is identical almost to its minutest detail with the spectrum of Yα, with this not unimportant difference — the citron band is as prominent as any other line. Yα consists therefore of samaria with the greenish blue of yttria and some of the other yttria bands added to it (*Address to the chemical Section of the British Association*, by W. Crookes. Birmingham, 1886).... If now it were possible to remove the citron band — forming body from this mixture (61 yttria, 39 samarine). I should leave Yα behind : I should, in fact, have recomposed Yα from its elements. I have no doubt whatever that this will ultimately be accomplished, but the preliminary work of fractionation is tedious to the last degree, and for its completion, would occupy a space of time in comparison with which the life of man is all too brief (*Genesis of the elements*, p. 13).

([3]) M. Crookes avait d'abord pensé, contrairement à mon opinion, que la fluorescence de l'ancienne yttria (en particulier la bande citron) était principalement due à une seule terre qu'il appelait *yttria*.

M. Crookes, un mélange de terres douées de fluorescences variées et dont les éléments forment une famille de corps très voisins : espèces d'yttriums dont les poids atomiques doivent osciller autour de 89; enfin ces diverses yttrias donnent toutes le même spectre électrique ([1]).

» Mais j'ai montré que les principales fluorescences, autrefois attribuées à l'yttria, sont dues : à Zα, qui se trouve dans les terres à forts équivalents, et à Zβ ([2]), dont le métal est de poids atomique au moins égal à 163, ce qui est loin de 89 ([3]). D'ailleurs, même en ayant égard à la présence d'un peu de $Z\beta^2O^3$ dans la Gd^2O^3, comment avec 61 d'yttria ($Yt = 89$ ou $89,5$) + 39 de samarine ($Sm = 150$), aurait-on le poids atomique métallique 156,75 environ trouvé par M. de Marignac pour le gadolinium?

» La fluorescence de l'ancienne yttria se compose principalement (abstraction faite du Sm) des fluorescences Zα et Zβ, dont les terres se distinguent de l'yttria vraie par des caractères essentiels : 1° certainement Zβ, et probablement Zα, ont des équivalents beaucoup plus élevés; 2° Zα et Zβ donnent peu, ou point, le spectre électrique de l'yttria; 3° l'yttria la plus pure donne peu, ou point, les fluorescences Zα et Zβ, tandis qu'elle fournit superbement le spectre électrique. J'appellerai yttria la terre (qu'on la suppose simple ou complexe), non fluorescente, qui produit le spectre électrique si connu et dont le poids atomique métallique est voisin de 89.

» Avant de décrire les raies électriques propres au gadolinium, je vais indiquer les quantités *approximatives* de substances déjà connues que renferme la gadoline. Je me suis d'abord assuré que, sauf une trace de chaux, Gd^2O^3 contenait uniquement des terres rares.

» A. *Erbium, Lanthane, Thorium, Zirconium, Ytterbium, Scandium, Thulium, Holmium,* Zγ, *Dysprosium.* — La présence de ces corps était improbable; aussi ne voit-on pas les absorptions de Er, Tm, Ho, Dy, non plus que les raies électriques de La, Th, Zr, Yb, Sc, Zγ.

» B. *Cérium.* — Assez peu probable. Je n'ai pas vu ses raies électriques. La solution de Gd^2Cl^6, traitée par l'ammoniaque et l'eau oxygénée, donne

---

([1]) *Genesis of the elements,* p. 10 et 11.

([2]) Zβ étant probablement identique avec la terbine ou terre rouge brun.

([3]) J'ai prouvé aussi que les fluorescences Zα et Zβ sont dues aux terres mêmes qui donnent les fluorescences observées par M. Crookes avec l'ancienne yttria.

un précipité blanc; le dépôt serait jaunâtre s'il y avait même très peu de Ce.

» C. *Didyme*. — On voit les groupes d'absorption jaune et vert du néodyme. Par comparaison avec le Di^2O^3 de M. Clève (néodyme + praséodyme + quelques impuretés), on trouve que Gd^2O^3 contient plus de $\frac{0,20}{100}$ et moins de $\frac{0,28}{100}$ de Di^2O^3. Moyenne $= \frac{0,24}{100}$.

» D. Zβ (*ou terbine*). — Déterminé approximativement en comparant les spectres de fluorescence (par mon procédé de renversement) des solutions de Gd^2Cl^6 et de $Z\beta^2Cl^6$ (ma terre rouge brun). On a trouvé de $\frac{4,0}{100}$ à $\frac{5,0}{100}$ de $Z\beta^3O^3$: plus près de 5 que de 4. Moyenne probable $= \frac{4,7}{100}$.

» E. *Yttrium*. — Avec la bobine à court fil (système Demarçay) et une fente très étroite, on ne voit pas la raie 129,91 ($\lambda = 508,7$), et il n'y a vers 175,00 ($\lambda = 437,4$) qu'une faible raie. Une solution chlorhydrique de l'yttria de M. Clève correspondant à $\frac{0,17}{100}$ de Yt^2O^3 dans la Gd^2O^3, montre nettement 129,91 et 175,00 est sensiblement plus forte que chez Gd^2Cl^6. Avec $\frac{0,12}{100}$, 129,91 est très faible et 175,00 diffère peu de celle de Gd^2Cl^6. Avec $\frac{0,09}{100}$, 129,91 a disparu et 175,00 est sensiblement plus faible que dans Gd^2Cl^6. La proportion d'yttria est donc à peine de $\frac{0,15}{100}$.

» F. *Samarium*. — On a comparé les absorptions de solutions Gd^2Cl^6 et Sm^2Cl^6 (Sm^2O^3 de M. Clève). La teneur en Sm^2O^3 est comprise entre $\frac{4,2}{100}$ et $\frac{4,6}{100}$. Moyenne $= \frac{4,4}{100}$.

» G. *Terre* Zα [1]. — Il y en a trop peu pour donner clairement la fluorescence par renversement, mais on voit aisément la bande citron dans le mélange $CaO = 50 + Gd^2O^3 = 1$ (sulfaté suivant le procédé de M. Crookes). Avec de la chaux contenant une quantité de ma terre Zα (très impure) correspondant à $\frac{0,16}{100}$ de $Z\alpha^2O^3$ dans la Gd^2O^3, le spectre Zα paraît être un peu plus intense que chez $CaO + Gd^2O^3$; avec $\frac{0,10}{100}$, il y a doute; avec $\frac{0,05}{100}$, le spectre Zα est sensiblement plus faible que dans $CaO + Gd^2O^3$. Moyenne $= \frac{0,13}{100}$ environ de $Z\alpha^2O^3$ dans Gd^2O^3.

» H. *Calcium*. — La presque inévitable raie 188,25 ($\lambda = 422,6$) de la bobine à court fil paraît être un peu plus faible dans le HCl étendu employé seul qu'après introduction de Gd^2O^3. Avec une solution de $CaCl^2$, correspondant à $\frac{0,14}{100}$ CaO dans Gd^2O^3, 188,25, est notablement plus forte que chez Gd^2Cl^6. La moyenne $= \frac{0,07}{100}$ doit être au moins assez élevée.

---

[1] Il n'est pas démontré que la terre du spectre fluorescent Zα soit différente de celle du spectre électrique Zγ.

» En résumé, j'ai trouvé, sur 100 de gadoline :

	Valeurs trop faibles.	Moyennes probables.	Valeurs trop fortes.
Di^2O^3	0,20	0,24	0,28
$Z\beta^2O^3$	4,00	4,70	5,00
Yt^2O^3	0,12	0,15	0,17
Sm^2O^3	4,20	4,40	4,60
$Z\alpha^2O^3$	0,10	0,13	0,16
CaO	0,00	0,07	0,14
	8,62	9,69	10,35

» Vu l'impureté de plusieurs des types de comparaison, j'estime que la moyenne $\frac{9,69}{100}$ n'est pas sensiblement au-dessous de la vérité, même eu égard à des traces possibles de substances déjà connues, mais non décelées; il reste, toutefois, $\frac{90,31}{100}$ de matière nouvelle. En adoptant la somme des dosages trouvés un peu trop forts, il resterait encore $\frac{89,65}{100}$ pour la gadoline. D'ailleurs, une erreur invraisemblable de $\frac{50}{100}$ sur l'estimation des impuretés de la gadoline n'empêcherait pas de conclure que la majeure partie de cette terre est matière nouvelle.

» Il est, certes, fort difficile de *purifier* les terres rares; mais mon savant ami, M. Crookes, ne s'exagère-t-il pas un peu cette difficulté quand il dit que la vie d'un homme serait trop courte pour accomplir la séparation de l'yttria et de la samarine, mêlées suivant $Yt^2O^3 = 61$ et $Sm^2O^3 = 39$? Mettons même la séparation, moins aisée, de $Z\beta^2O^3$ et Sm^2O^3, si M. Crookes appelle yttria la terre des bandes fluorescentes vertes. De pareils mélanges subiraient, je crois, après quelques jours ou quelques semaines, de soigneux fractionnements, une décomposition qui rendrait déjà évidente leur complexité.

» Les quelques centièmes de $Z\beta^2O^3$ et de Sm^2O^3 contenus dans la gadoline de M. de Marignac doivent être considérés comme un reste d'impuretés qui disparaîtraient en grande partie devant un fractionnement approprié et un peu prolongé; mais la masse principale de la gadoline ayant résisté à des fractionnements suffisants pour enlever presque tout Yt et Zα, doit, si elle est complexe, renfermer des terres nouvelles assez difficiles à séparer. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un cercle chromatique, un Rapporteur et un triple décimètre esthétiques.* Note de M. CHARLES HENRY.

« Le *cercle chromatique* a pour objet de déterminer rationnellement les compléments et les harmonies de couleurs; le *rapporteur* et le *triple décimètre esthétiques* ont pour objet l'étude et l'amélioration esthétiques des formes. Ces instruments sont l'application d'une théorie dont le principe a été énoncé succinctement dans les *Comptes rendus* du 7 janvier et dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats pratiques.

» Le cercle chromatique offre une déformation du spectre, à partir du rouge C figuré sur le rayon vertical supérieur, jusqu'au violet G figuré à $40°54'36''$ à gauche de cette verticale. Ce dernier intervalle est occupé par le pourpre, qui ne se présente pas dans le spectre : le spectre est donc figuré, en réalité, à partir d'une teinte située un peu en deçà de la raie B jusqu'au delà de la raie G. La couleur sur chaque rayon est dégradée du blanc au noir à partir du centre et sur chaque arc de sa propre teinte à la teinte la plus voisine, convenablement repérées avec le spectre. Tous les points situés sur la moitié de chaque rayon reproduisent la couleur spectrale. A partir du rouge C, et de gauche à droite, chacun des points distants de 45° exprime, par rapport au précédent, un nombre de vibrations marqué par 1,052.

» En adoptant pour points de départ à partir du rouge C les quatre teintes distantes successivement de 45°, j'ai calculé les rapports suivants des longueurs d'onde des couples de couleurs complémentaires : Rouge C-Vert bleuâtre : 1,333; Orangé-Bleu : 1,25; Jaune-Bleu violâtre : 1,186 Vert-Violet : 1,32. Ces nombres concordent remarquablement avec les résultats des expériences de M. de Helmholtz.

» J'ai pu par la même méthode démontrer que les fractions $\frac{1}{8,86}$, $\frac{1}{9,4}$, $\frac{1}{17,9}$ sont les fractions de l'horizontale dont on fait normalement trop courtes, en voulant les faire égales, la verticale, l'oblique inclinée à gauche de 45°, l'oblique inclinée à droite de 45°. L'expérience m'a fourni plus d'appréciations erronées en moins que d'appréciations erronées en plus que ces fractions.

» J'ai trouvé qu'en appliquant sur les yeux des verres rouges ou verts bleus, on tend à faire la verticale plus grande; avec des verres violets et verts, on augmente l'oblique inclinée à gauche; avec des verres jaunes et bleus, on accroît l'oblique inclinée à droite.

» J'ai obtenu souvent une suppression complète des erreurs d'appréciation. Dans ce but, j'emploie des binocles composés de verres colorés complémentaires. J'ai obtenu, en somme, les meilleurs résultats avec le verre rouge à gauche et le verre vert à droite, le verre bleu à gauche et le vert jaune à droite, parfois cependant pour certaines directions avec les dispositifs contraires. Chez les sujets droitiers et non fatigués, l'application de ces binocles, les verres vert ou jaune sur l'œil gauche, les verres rouge ou bleu sur l'œil droit, diminuent toujours considérablement les effets de l'irradiation.

» J'appelle *harmonie de couleurs* la juxtaposition, (subjectivement) agréable, (physiologiquement) dynamogène pour les sujets normaux, de teintes (longueurs d'onde) et de tons (degrés de saturation d'une même teinte). Sont harmoniques les juxtapositions de teintes distantes sur le cercle chromatique d'une section de la circonférence exprimée par un nombre des formes $2^n . 2^n + 1$ (premier); $2^n . 2^n + 1$ (premier), et les juxtapositions avec le blanc de tons dont les distances sur le rayon du cercle chromatique sont exprimées par des nombres de ces formes. On peut s'en convaincre par ces exemples.

» L'importance de ces nombres, que j'appelle *rythmiques*, n'est pas moins considérable dans d'autres domaines de la psycho-physiologie, en particulier dans la sensation de forme. Le rapporteur esthétique diffère des rapporteurs ordinaires, en ce qu'il présente immédiatement et exactement les sections naturelles de la circonférence les plus simples et les plus utiles, le $\frac{1}{3}$, le $\frac{1}{4}$, ..., le $\frac{1}{31}$ et indirectement toutes les autres sections. Le triple décimètre indique par des traits longs les nombres rythmiques dans les limites 1-1200. Pour analyser une forme quelconque, soit un contour polygonal auquel on peut toujours ramener une courbe, on déplace le centre du rapporteur sur les différents sommets de la figure, à partir d'une origine déterminée; on lit les angles exprimés en nombres marquant les sections naturelles de la circonférence. Suivant que les angles sont dirigés à droite ou à gauche du dernier trait prolongé, on ajoute ou retranche les nombres. La somme algébrique de ces nombres donne le *rythme* de la figure. Adoptant pour unité la commune mesure dont le choix entraîne les rapports les moins complexes, on mesure avec le triple déci-

mètre les lignes comprises entre deux sommets successifs; suivant que les lignes sont dirigées à droite ou à gauche du dernier trait prolongé, elles s'additionnent ou se retranchent. La somme algébrique de ces nombres donne la *mesure* de la figure. De la somme algébrique des nombres marquant les angles, on retranche la somme algébrique des nombres marquant les lignes. La différence doit être un nombre rythmique.

» En général, comme je puis le montrer sur de nombreux spécimens, une forme est d'autant plus (subjectivement) agréable, (physiologiquement) dynamogène, que chacun de ses éléments, angle et ligne, que les sommes algébriques successives, les sommes algébriques finales de ses éléments, sont rythmiques. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome V (Botanique) des publications de la Mission scientifique du cap Horn, 1882-1883. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

2° La 2ᵉ édition du « Recueil d'exercices sur la Mécanique rationnelle » par M. *A. de Saint-Germain*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en série de certaines fonctions arithmétiques*. Note de M. **Lerch**, présentée par M. Hermite.

« 1. M. Hermite a donné une formule d'Arithmétique dans laquelle figure une variable continue, à savoir

$$\sum_{\alpha=0}^{n-1} \mathrm{E}\left(x+\frac{\alpha}{n}\right)=\mathrm{E}(nx).$$

» Cette formule a été généralisée par M. Stern sous la forme

$$\sum_{\alpha=0}^{n-1} \mathrm{E}\left(x+\frac{\alpha m}{n}\right)=\tfrac{1}{2}(m-1)(n-1)+\tfrac{1}{2}(d-1)+d\mathrm{E}\left(\frac{nx}{d}\right),$$

où d représente le plus grand commun diviseur des nombres m, n. Ces

deux théorèmes peuvent s'établir en employant le développement connu

$$\mathrm{E}^*(x) = x - \tfrac{1}{2} + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\sin 2\nu x\pi}{\nu\pi},$$

où $\mathrm{E}^*(x) = \mathrm{E}(x)$, si x est positif et fractionnaire, et $\mathrm{E}^*(x) = x - \frac{1}{2}$, si x est un entier quelconque; cette fonction s'étend aux valeurs négatives de x par la formule $\mathrm{E}^*(-x) = -\mathrm{E}^*(x) - 1$.

» Des considérations analogues conduisent à plusieurs formules dont je vais signaler quelques-unes. Elles s'obtiennent à l'aide des développements

$$\mathrm{R}^*(x) = -\sum_{\nu=1}^{\infty} (-1)^{\nu} \frac{\sin 2\nu x\pi}{\nu\pi}, \qquad \operatorname{sgn}\mathrm{R}^*(x) = 4\sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\sin(4\nu+2)x\pi}{(2\nu+1)\pi},$$

$$|\mathrm{R}(x)| = \tfrac{1}{4} - 2\sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\cos(4\nu+2)x\pi}{(2\nu+1)^2\pi^2},$$

où $\mathrm{R}(x)$ représente le reste qu'on obtient en retranchant de x un entier le plus approché, de sorte que $-\frac{1}{2} \leqq \mathrm{R}(x) \leqq \frac{1}{2}$, et où en général $\mathrm{R}^*(x) = \mathrm{R}(x)$; seulement on doit prendre $\mathrm{R}^*(x) = 0$, lorsque $x = \frac{1}{2} +$ entier; le symbole $|\mathrm{R}(x)|$ représente la valeur absolue de $\mathrm{R}(x)$ et enfin la quantité $\operatorname{sgn}\mathrm{R}^*(x)$ équivaut à $+1, 0$ ou -1 suivant que $\mathrm{R}^*(x)$ est positif, nul ou négatif; en d'autres termes, c'est le *signe* de $\mathrm{R}^*(x)$.

» Les formules en question sont les suivantes, la première ne différant pas au fond de celle de M. Stern,

$$\sum \mathrm{E}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right) = \tfrac{1}{2}(m-1)(n-1) + \tfrac{1}{2}(d-1) + d\,\mathrm{E}^*\left(\frac{nx}{d}\right),$$

$$\sum \mathrm{R}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right) = \begin{cases} d\,\mathrm{R}^*\left(\dfrac{nx}{d}\right), & \text{lorsque } \dfrac{n}{d} \text{ est impair,} \\ nx - \dfrac{d}{2} - d\,\mathrm{E}^*\left(\dfrac{nx}{d}\right), & \text{lorsque } \dfrac{n}{d} \text{ est pair;} \end{cases}$$

$$\sum \operatorname{sgn}\mathrm{R}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right) = \begin{cases} 0, \text{ lorsque } \dfrac{n}{d} \text{ est pair,} \\ d \operatorname{sgn}\mathrm{R}^*\left(\dfrac{nx}{d}\right), \text{ lorsque } \dfrac{n}{d} \text{ est impair;} \end{cases}$$

$$\sum \left|\mathrm{R}\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right)\right| = \begin{cases} \dfrac{n}{4}, \text{ lorsque } \dfrac{n}{d} \text{ est pair,} \\ \dfrac{n^2 - d^2}{4n} + \dfrac{d^2}{n}\left|\mathrm{R}\left(\dfrac{nx}{d}\right)\right|, \text{ lorsque } \dfrac{n}{d} \text{ est impair;} \end{cases}$$

l'indice sommatoire α étant $\alpha = 0, 1, 2, \ldots, n-1$ et d représentant le plus grand commun diviseur des nombres m, n.

» 2. En employant l'équation connue

$$\sum_{\alpha=0}^{n-1} \left(\frac{\alpha}{n}\right) e^{\frac{2\alpha m \pi i}{n}} = \left(\frac{m}{n}\right) i^{\frac{1}{4}(n-1)^2} \sqrt{n},$$

dans laquelle $\left(\frac{k}{n}\right)$ est le symbole de Legendre généralisé par Jacobi, et le nombre positif impair n n'admet aucun diviseur carré. Les développements que nous venons de considérer conduisent aux formules suivantes, dont quelques cas particuliers ont été déjà signalés.

» I. $n \equiv 1 \pmod 4$; $(\alpha = 0, 1, 2, \ldots, n-1)$.

$$\sum \left(\frac{n}{\alpha}\right) \mathrm{E}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right) = \left(\frac{m}{n}\right) \sqrt{n} \sum_{\nu=1}^{\infty} \left(\frac{\nu}{n}\right) \frac{\sin 2\nu x \pi}{\nu \pi},$$

$$\sum \left(\frac{\alpha}{n}\right) \operatorname{sgn} \mathrm{R}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right) = 4\left(\frac{m}{n}\right) \sqrt{n} \sum \left(\frac{\lambda}{n}\right) \frac{\sin 2\lambda x \pi}{\lambda \pi} \quad (\lambda = 1, 3, 5, \ldots),$$

$$\sum \left(\frac{\alpha}{n}\right) \mathrm{R}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right) = -\left(\frac{m}{n}\right) \sqrt{n} \sum_{\nu=1}^{\infty} (-1)^{\nu} \left(\frac{\nu}{n}\right) \frac{\sin 2\nu x \pi}{\nu \pi},$$

$$\sum \left(\frac{\alpha}{n}\right) \left|\mathrm{R}\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right)\right| = -2\left(\frac{m}{n}\right) \sqrt{n} \sum \left(\frac{\lambda}{n}\right) \frac{\cos 2\lambda x \pi}{\lambda^2 \pi^2} \quad (\lambda = 1, 3, 5, \ldots).$$

» II. $n \equiv -1 \pmod 4$.

» Dans ce cas, la première formule deviendra

$$\sum_{\alpha=0}^{n-1} \left(\frac{\alpha}{n}\right) \mathrm{E}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right) = \frac{m}{n} \sum_{\alpha=1}^{n-1} \alpha \left(\frac{\alpha}{n}\right) + \left(\frac{m}{n}\right) \sqrt{n} \sum_{\nu=1}^{\infty} \left(\frac{\nu}{n}\right) \frac{\cos 2\nu x \pi}{\nu \pi},$$

et les autres s'obtiennent en remplaçant, aux seconds membres, la fonction sin par cos et cos par $-$ sin. De ces développements I et II on déduit le théorème suivant :

» *Les sommes*

$$\sum \left(\frac{\alpha m}{n}\right) \operatorname{sgn} \mathrm{R}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right), \quad \sum \left(\frac{\alpha m}{n}\right) \mathrm{R}^*\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right), \quad \sum \left(\frac{\alpha m}{n}\right) \left|\mathrm{R}\left(x + \frac{\alpha m}{n}\right)\right|$$

sont indépendantes du nombre m, *pourvu qu'il soit premier avec* n *et que le*

nombre positif impair n n'admette aucun diviseur carré; la même chose aura lieu pour la somme

$$\sum_{\alpha=0}^{n-1}\left(\frac{\alpha m}{n}\right)\mathrm{E}^{\star}\left(x+\frac{\alpha m}{n}\right),\qquad \text{si } n\equiv 1 \pmod 4.$$

» On obtient quelques propriétés des sommes telles que

$$\sum_{\alpha=0}^{n-1}\mathrm{E}^{\star}\left(x+\frac{\alpha^2 m}{n}\right),$$

en employant la formule suivante, qui donne la valeur des sommes de Gauss,

$$\sum_{\alpha=0}^{n-1} e^{\frac{2\alpha^2 m\pi i}{n}} = \left(\frac{m'}{n'}\right) i^{\frac{1}{4}(n'-1)^2} d\sqrt{n'},$$

où d est le plus grand commun diviseur de m et n, et où $m'=\frac{m}{d}$, $n'=\frac{n}{d}$, le nombre positif n étant supposé impair. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions régulières d'un système d'équations différentielles linéaires.* Note de M. **Sauvage**, présentée par M. Darboux.

« *Pour qu'un système d'équations différentielles linéaires et homogènes de la forme*

$$(1)\qquad y'_i = a_{i1}y_1+\ldots+a_{in}y_n \qquad (i=1,2,\ldots,n)$$

ait toutes ses solutions régulières dans le domaine de l'origine, il faut et il suffit que, par des substitutions successives de fonctions de la forme

$$z=\lambda_1 x^{\alpha_1}y_1+\ldots+\lambda_n x^{\alpha_n}y_n,$$

à l'une des inconnues y, les nombres $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ étant entiers et les quantités $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ étant des constantes, on puisse ramener ce système à la forme qu'on peut appeler canonique, *où tous les produits xa_{ik} soient holomorphes dans le domaine de l'origine.*

» Nous avons démontré antérieurement que cette condition est suffisante; pour établir qu'elle est nécessaire, on met le système proposé, dont on suppose toutes les solutions régulières, sous la forme

$$y'_i = \left(\frac{a^0_{i1}}{x^{\varepsilon_{i1}}} + \frac{a^1_{i1}}{x^{\varepsilon_{i1}-1}} + \dots\right) y_1 + \dots + \left(\frac{a^0_{in}}{x^{\varepsilon_{in}}} + \frac{a^1_{in}}{x^{\varepsilon_{in}-1}} + \dots\right) y_n,$$

où les a sont des coefficients constants et les ε des nombres entiers positifs ou négatifs, et l'on cherche à satisfaire à ces équations en remplaçant les y par des valeurs de la forme

$$y_i = x^r(\varphi^0_i + \varphi^1_i x + \varphi^2_i x^2 + \dots) = x^r \varphi_i.$$

» En égalant à zéro dans chaque équation le coefficient de la puissance la plus faible de x, on a d'abord n relations de la forme

$$(2) \qquad ((-r\varphi^0_i + a^0_{i1}\varphi^0_1 + \dots + a^0_{ii}\varphi^0_i + \dots + a^0_{in}\varphi^0_n)) = 0.$$

Tous les termes écrits n'entrent pas forcément dans ces équations : c'est ce que nous indiquons par la double parenthèse.

» On remarque ensuite que tous les a^0 écrits dans une même équation ne sont pas nuls à la fois.

» On peut, en outre, par des substitutions, répétées s'il le faut, de la forme xy à la lettre y, faire en sorte que les valeurs φ^0_i tirées des équations précédentes soient toutes différentes de zéro, à moins que l'élément φ_i correspondant ne soit identiquement nul.

» Cela posé, la condition de compatibilité des équations (2) sera une équation en r du degré n ou du degré zéro, c'est-à-dire que si la lettre r entre dans l'une des équations (2), elle entrera dans toutes.

» Si les équations (2) renferment la lettre r, le système (1) sera canonique. Si les équations (2) ne renferment pas la lettre r, on pourra déterminer des nombres $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, tels que

$$\lambda_1 a^0_{i1} + \dots + \lambda_n a^0_{in} = 0,$$

et, en posant

$$z = \lambda_1 y_1 + \dots + \lambda_n y_n,$$

on verra que, en substituant z à l'un des y, le nouveau système différentiel en $z, y_1, \dots, y_{i-1}, y_{i+1}, \dots, y_n$ offrira une équation en z, où les nombres ε ont diminué au moins d'une unité et n'ont pas augmenté dans les autres

équations. De nouvelles substitutions de même forme conduiront finalement à un système de forme canonique. »

PHYSIQUE. — *Relation entre les solubilités et les points de fusion.* Note de M. A. ETARD, présentée par M. Cornu.

« La solubilité est d'ordinaire représentée par une courbe ayant pour abscisses la température et pour ordonnées la quantité de matière dissoute dans un poids fixe de dissolvant.

» J'ai montré précédemment (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 206) qu'en prenant pour ordonnée la proportion de sel contenu dans 100 parties de solution saturée, la représentation graphique est beaucoup plus simple : la ligne de solubilité, telle qu'elle résulte des analyses, *devient une droite ou un système de droites,* même dans les intervalles de température les plus étendus, comme le montre la figure ci-contre. *Le plus souvent ces droites se succèdent sans qu'on puisse pratiquement mettre en évidence une courbe de raccordement.* Dans ce système de représentation, tous les résultats sont compris entre 0 et 100 pour 100, et la ligne de solubilité s'étend depuis la température de congélation jusqu'au point de fusion du sel anhydre, quand ce point peut être atteint.

» J'ai précédemment donné les résultats relatifs aux sulfates, où les parties rectilignes se réduisent à deux ou trois. Ces sels, ainsi que les sulfites, carbonates, oxalates et d'autres corps à fonction diatomique, présentent un maximum de solubilité correspondant à un point de jonction de deux droites : l'une d'elles part du point de congélation, pour atteindre au delà de 100° l'état d'insolubilité du sel. Mais les sels qui donnent lieu à un tel maximum ne paraissent pas très nombreux. Il peut arriver que la solubilité croisse incessamment avec la température, qu'elle devienne sans limite au voisinage immédiat du point de fusion du sel qui entre dans la solution; une quantité d'eau donnée pouvant alors dissoudre une quantité de sel quelconque.

» La présente Note et la figure qui l'accompagne ont pour but de montrer qu'il en est bien ainsi. Les solubilités de quatre sels ont pu être déterminées, non seulement dans des intervalles de température très écartés, mais entre les limites extrêmes du phénomène. J'ai trouvé que, au même titre que le point de congélation, le point de fusion du sel anhydre est l'une de ces limites.

» Voici les données numériques relatives à ces sels :

» 1° *Salpêtre*. — La ligne de solubilité complète du salpêtre comprend une partie peut-être légèrement courbe, entre 0° et + 10°, puis trois parties rectilignes.

$$y_{10^\circ}^{69^\circ} = 17,0 + 0,7118.t,$$
$$y_{69^\circ}^{125^\circ} = 59,0 + 0,375.t,$$
$$y_{125^\circ}^{338^\circ} = 80,0 + 0,0938.t;$$

2° *Azotate de sodium :*

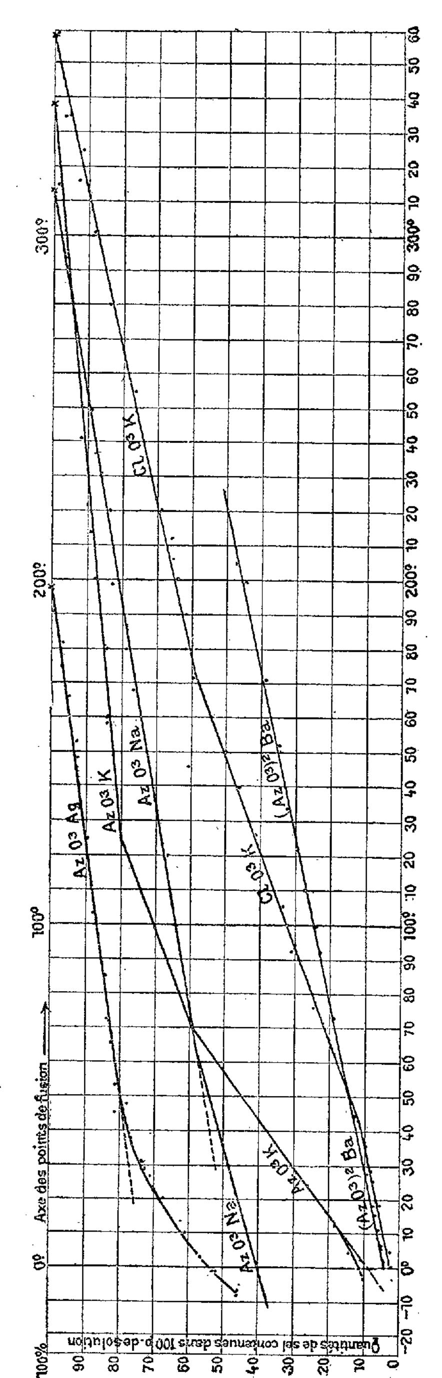
$$y_{-15^\circ}^{+64^\circ} = 36,0 + 0,2784.t,$$
$$y_{64^\circ}^{313^\circ} = 58,0 + 0,1686.t;$$

3° *Chlorate de potassium :*

$$y_{0^\circ}^{42^\circ} = 2,6 + 0,2000.t,$$
$$y_{42^\circ}^{171^\circ} = 11,0 + 0,3706.t,$$
$$y_{171^\circ}^{359^\circ} = 59,0 + 0,2186.t.$$

» Les déterminations que j'ai données jusqu'à ce jour ont été faites par décantation dans des tubes courbes, scellés, étranglés au milieu et manœuvrés dans un bain d'huile. On sépare ainsi d'un excès de sel, par décantation, jusqu'à 25gr de solution limpide, qu'on peut analyser avec précision après avoir détaché la branche de tube qui la contient.

» Ce procédé devient très dangereux au delà de 200°. Mais la relation que je viens d'établir, entre les points de fusion et les solutions, permet de considérer une ligne de solubilité comme le lieu des points de fusion de mélanges d'eau et de sel. Je puis donc, en déterminant le point de fusion de ces mélanges de sel et d'eau rigoureusement pesés, prolonger de 200° à 450° au besoin les droites obtenues par le premier procédé.



» Les matières à observer sont placées dans de petits tubes de 7^{mm} de diamètre interne et de 15^{cm} de longueur, qu'on attache à l'extrémité d'un fil de fer assez rigide, et qu'on fait osciller dans un bain d'azotate double de potassium et de sodium, qu'il m'a paru avantageux de substituer au bain d'huile pour les températures élevées.

» Ce bain reste limpide comme de l'eau distillée, entre 250° et 450° au moins. On lit sur un thermomètre Baudin la température à laquelle disparaissent par agitation les dernières portions de sel, on la porte en abscisse, et l'ordonnée correspondante donne en sel la teneur antérieurement établie pour 100 parties de solution. Le nouveau mode expérimental est d'ailleurs plus simple que le précédent. Cependant jusqu'à 240° on a conservé ce dernier, et il ne s'est présenté aucune discontinuité entre les déterminations d'une et d'autre sorte.

» *Azotate d'argent.* — La solubilité, prise uniquement en tubes, donne lieu, après une partie curviligne, à une droite qui va rejoindre le point de fusion à 198°

$$y_{55°}^{198°} = 81,0 + 0,1328t.$$

» *Azotate de baryum.* — Pour ce sel je n'ai observé qu'une droite

$$y_{0°}^{210°} = 4,5 + 0,2000t.$$

» On a pu croire que normalement la solubilité des sels doit croître pour décroître ensuite. Les faits cités ici conduisent à une tout autre conclusion. Ils mettent d'ailleurs en évidence un fait nouveau, à savoir : *le lien qui existe entre la ligne de solubilité d'un corps et son point de fusion*. Le point en question fait partie de cette ligne, pour les solutions qui s'enrichissent constamment en sel [1]. »

CHIMIE. — *Nouveaux dissolvants du bleu de Prusse : préparation facile du bleu soluble ordinaire et du bleu de Prusse pur soluble dans l'eau.* Note de M. **Ch.-Er. Guignet.**

« Nos expériences ont porté sur le bleu de Prusse ordinaire bien purifié et sur le bleu de Turnbull, produit par l'action du ferricyanure de potassium (prussiate rouge) sur le sulfate de protoxyde de fer. Ces deux corps

---

[1] Je suis heureux de remercier ici M. Lebeau, préparateur à l'École de Physique et de Chimie, de son concours exceptionnellement dévoué et intelligent.

paraissent identiques, ainsi que cela résulte des recherches de MM. Schorlemmer et Reindel.

» *Bleu de Prusse soluble ordinaire.* — Ce composé, si utile aux anatomistes, représente une combinaison de bleu de Prusse et de ferrocyanure de potassium. On a donné différentes recettes pour le préparer : on a même indiqué l'emploi de l'iodure de fer (avec excès d'iode) versé peu à peu dans une solution de ferrocyanure. Mais la préparation devient fort simple en s'appuyant sur les observations suivantes :

» Le bleu de Prusse, purifié par les acides à la manière ordinaire, se change en bleu soluble quand on le laisse digérer pendant quelques jours, ou bien quand on le fait bouillir avec une solution de ferro ou mieux de ferricyanure de potassium. Il est même inutile de préparer d'abord le bleu de Prusse et de le purifier.

» Dans une solution bouillante de 110gr de ferricyanure de potassium, on ajoute peu à peu 70gr de sulfate de protoxyde de fer cristallisé, dissous dans de l'eau chaude : c'est à peu près la moitié de la quantité nécessaire pour précipiter complètement le ferricyanure, qui reste en excès.

» On fait bouillir pendant deux heures et l'on filtre; on lave à l'eau pure, en s'arrêtant aussitôt que l'eau de lavage devient fortement bleue. On sèche le bleu à 100°.

» Ce bleu est d'une teinte extrêmement riche, fort soluble dans l'eau. Il convient parfaitement pour les injections anatomiques, car il supporte, sans précipiter, une grande quantité de gélatine.

» En ajoutant à la liqueur filtrée 55gr de ferricyanure et 70gr de sulfate de fer, on peut obtenir une nouvelle quantité de bleu soluble.

» On peut enlever le ferricyanure retenu à l'état de mélange par le bleu soluble, en le lavant avec de l'alcool faible (40° centésimaux); mais cette purification n'a pas d'importance pour les usages anatomiques.

» La solution de bleu soluble précipite par le sulfate de soude, le chlorure de sodium, etc., en solutions concentrées. Il n'est pas altéré et redevient soluble, quand le sel est enlevé par des lavages.

» En outre, ainsi que l'a constaté M. Wyrouboff, le bleu soluble donne avec les divers sels métalliques (zinc, plomb, etc.) toute une série de composés bleus, bien définis.

» *Bleu de Prusse pur, soluble dans l'eau.* — En dialysant une solution de bleu de Prusse dans l'acide oxalique, Graham a obtenu du bleu pur, soluble dans l'eau. Mais ce bleu de Prusse *colloïde* précipite sous l'action d'une trace de matière étrangère.

» On prépare aisément le bleu pur, soluble dans l'eau, de la manière suivante :

» Une solution saturée d'acide oxalique est délayée avec un excès de bleu de Prusse purifié, à l'état de pâte. La liqueur filtrée, abandonnée à elle-même pendant deux mois, laisse précipiter le bleu et devient complètement incolore. On filtre et on lave à l'alcool faible, pour enlever l'acide oxalique adhérent. Le bleu séché se dissout facilement dans l'eau pure.

» Mais on obtient le même résultat immédiatement, en précipitant la solution oxalique par l'alcool concentré (à $\frac{95}{100}$) ou par une solution concentrée de sulfate de soude, puis lavant le précipité avec de l'alcool faible.

» On peut d'ailleurs remplacer la solution oxalique par la solution du bleu de Prusse dans le tartrate ou dans l'oxalate d'ammoniaque.

» Quand on fait bouillir la solution oxalique, elle laisse déposer un précipité de bleu insoluble ordinaire. Ce n'est pas l'action de la chaleur qui détermine la séparation de ce bleu, mais bien celle de l'acide oxalique; car si l'on fait bouillir le bleu pur soluble en ajoutant un peu d'acide oxalique, il devient insoluble.

» L'acide sulfurique étendu agit à froid de la même manière. Il précipite, au bout d'un certain temps, la solution oxalique de bleu de Prusse, ou bien la solution aqueuse de bleu pur; mais le précipité, lavé à fond, reste toujours insoluble.

» La composition du bleu de Prusse pur, sous la forme soluble, nous a paru identique à celle du bleu purifié ayant servi à la préparation.

» *Nouveaux dissolvants du bleu de Prusse.* — L'acide molybdique dissout le bleu de Prusse ordinaire, en grande quantité.

» On fait chauffer avec de l'eau un mélange de bleu de Prusse et d'acide molybdique; en filtrant, on obtient une liqueur d'un bleu foncé, qui ne s'altère point par l'ébullition. Additionnée de gélatine, elle ne précipite pas et donne par refroidissement une masse transparente d'un bleu foncé.

» La solution molybdique précipite par les acides sulfurique, azotique, etc. Le précipité, bien lavé à l'alcool faible, se redissout dans l'eau pure. Il retient un peu d'acide molybdique, mais il est difficile de savoir si c'est à l'état de mélange ou de combinaison.

» Le molybdate et le tungstate d'ammoniaque dissolvent aussi très facilement le bleu de Prusse.

» *Action de l'acide sulfurique.* — Le bleu de Prusse, traité par l'acide

sulfurique concentré, se change en une masse blanche, molle, pareille à de l'empois d'amidon. Si la température s'élève, le bleu est en partie décomposé : il se forme de l'acide ferrocyanhydrique, qui reste dissous dans l'acide sulfurique ajouté en grand excès. Filtrée sur du coton de verre et bien refroidie, la liqueur laisse déposer de longues aiguilles d'acide ferrocyanhydrique. Avec le ferrocyanure de cuivre ou de plomb, on obtient le même résultat.

» Quand on délaye dans l'alcool absolu le bleu traité par l'acide sulfurique, il reprend sa couleur bleue et se dissout dans le mélange d'acide et d'alcool.

» On arrive au même résultat en faisant digérer pendant plusieurs jours du bleu de Prusse, sec et pulvérisé, avec un mélange à parties égales d'acide sulfurique et d'alcool absolu. La liqueur devient d'un bleu très intense; elle précipite par l'eau et donne du bleu de Prusse ordinaire. Elle précipite aussi par l'alcool absolu, au bout de vingt-quatre heures, si l'alcool est en grand excès.

» Le produit retient de l'acide sulfurique, même après des lavages prolongés à l'alcool faible : il s'est formé probablement un dérivé sulfurique, décomposable par l'eau et même par l'alcool.

» L'*acide éthylsulfurique* (sulfovinique) ne dissout pas le bleu de Prusse; les phénomènes précédents ne peuvent donc pas être attribués à la formation de cet acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage de l'azote organique par la méthode de Kjeldahl.* Note de M. **C. Viollette**, transmise par M. Peligot.

« J'ai soumis, dès son apparition, la méthode de Kjeldahl au contrôle de l'expérience, en comparant les résultats qu'elle fournit avec ceux qu'on obtient par l'emploi de la chaux sodée et par le procédé Dumas. La Communication que M. L'Hôte a faite à l'Académie, dans sa séance du 7 janvier dernier, m'engage à lui donner connaissance de mes recherches.

» J'ai choisi, comme matière à analyser par les trois méthodes, un tourteau provenant des résidus de la fermentation du maïs, substance considérée à juste titre comme difficile à brûler :

» 1° *Emploi de la chaux sodée.* — 2^{gr} de matière ont été intimement mélangés

avec de la chaux sodée à l'état de poudre fine ; la combustion avait lieu dans un tube de 40^{cm} de longueur. La matière m'a fourni :

Azote.................... 4,17 pour 100

» 2° *Méthode de Dumas.* — 2^{gr} de matière brûlée par l'oxyde de cuivre ont fourni 87^{cc} de gaz à la température de 15°, sous la pression de 757^{mm} ($f = 12^{mm},7$ à 15°); d'où

Azote.................... 4,29 pour 100

» 3° *Méthode de Kjeldahl.* — 2^{gr} de matière décomposée par l'acide sulfurique dans des conditions convenables ont fourni un liquide qui, saturé par un excès de soude caustique privée de carbonate et distillé dans l'appareil de Boussingault, a donné :

Azote.................... 4,29 pour 100

» J'ai donc obtenu trois résultats identiques, par l'application des trois méthodes à une même substance organique, d'une combustion difficile; la petite différence en moins, 0,12 pour 100, trouvée par la chaux sodée, pouvant être considérée comme rentrant dans les erreurs d'analyse.

» Les conditions dans lesquelles j'ai appliqué la méthode de Kjeldahl sont un peu différentes de celles que décrivent les publications françaises. Je n'ai pas tardé à reconnaître dans mes premiers essais, comme l'a constaté M. L'Hôte, que l'attaque par l'acide sulfurique fournit toujours un liquide coloré, même avec une durée très longue. J'ai eu recours alors à l'acide de Nordhausen, à la dose de 25^{cc} pour 2^{gr} de matière, après m'être assuré que cette quantité ne fournissait pas trace d'ammoniaque, au moyen de l'appareil de Boussingault. L'attaque avait lieu dans un ballon à long col, d'une capacité de 200^{cc} à 250^{cc}; le col du ballon avait une longueur de 30^{cm}. La matière était chauffée à très petit feu d'abord, pendant huit à dix heures, de façon à éviter le boursouflement, puis la température était élevée progressivement jusqu'à légère ébullition du liquide. De temps à autre, on tournait le ballon sur son support, afin de réunir les parties projetées. L'extrémité du col du ballon pouvait toujours être tenue à la main. Il n'y avait donc pas perte sensible d'acide sulfurique par distillation. Après une durée de dix-huit à vingt-quatre heures, le liquide était devenu incolore, ou à peine teinté d'une nuance jaunâtre qui pouvait être attribuée à la présence du fer. Le liquide refroidi était versé dans l'eau, puis introduit et distillé dans l'appareil de Boussingault, après saturation dans l'appareil même par un excès de soude caustique privée de carbonates.

» J'ai reconnu, ainsi que M. L'Hôte, que si l'emploi du mercure active la combustion, il donne parfois des résultats très inexacts, toujours trop faibles. Une partie de l'azote engagé dans les combinaisons mercurielles ne se dégage donc pas toujours par une ébullition prolongée en présence de la soude et du sulfure de sodium en excès. Je n'ai pas opéré avec le sulfate de cuivre anhydre.

» La différence entre mes résultats et ceux de M. L'Hôte peut tenir à plusieurs causes : 1° à l'attaque incomplète par l'acide sulfurique concentré ; 2° à l'entraînement de l'ammoniaque par distillation d'une partie de l'acide sulfurique ; 3° à l'emploi du mercure.

» Je conclus de mes recherches que la méthode de Kjeldahl, appliquée dans les conditions décrites ci-dessus, peut fournir des résultats aussi exacts que ceux que l'on obtient par la chaux sodée et par la méthode de Dumas, sans toutefois être plus expéditive que l'une ou l'autre de ces méthodes classiques. Mes expériences démontrent en outre l'exactitude de la méthode par la chaux sodée, si toutefois cette preuve avait besoin d'être faite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons formées par l'aniline avec les acides chlorique et perchlorique.* Note de MM. **Ch. Girard** et **L. L'Hote**, transmise par M. Peligot.

« En poursuivant nos recherches sur les sels formés par l'aniline et les acides riches en oxygène, nous avons été amenés à étudier les combinaisons formées par les acides chlorique et perchlorique avec cette base organique. Le chlorate d'aniline a été seulement signalé par M. Ditte (*Comptes rendus*, t. CV, p. 815).

» *Chlorate d'aniline.* — On peut combiner directement l'acide chlorique et l'aniline. Si l'on verse dans de l'aniline incolore de l'acide chlorique, on obtient immédiatement un précipité formé d'aiguilles cristallines qui peut être séché sur le biscuit de porcelaine. A une température peu élevée, vers 20°, le chlorate se décompose spontanément et brûle en laissant un résidu charbonneux.

» Le chlorate d'aniline est susceptible d'être préparé en assez grande quantité par double décomposition, en faisant réagir le chlorate de soude sur le chlorhydrate d'aniline à équivalents égaux.

» Le chlorhydrate d'aniline est un sel à réaction acide. Le sel blanc cristallisé du commerce renferme une forte proportion d'acide chlorhydrique libre, qu'il est nécessaire de neutraliser si l'on veut obtenir du chlorate pur. Sans cette précaution, le

chlorate d'aniline s'altère rapidement et précipite par le nitrate d'argent. A cet effet, on dissout 100^{gr} de chlorhydrate d'aniline dans 200^{cc} d'eau; la dissolution est agitée avec de l'aniline jusqu'à ce que le papier Congo ne bleuisse plus ([1]). Dans la dissolution refroidie, on ajoute 82^{gr} de chlorate de soude dissous dans 125^{cc} d'eau. Par l'agitation, le mélange se prend en une masse cristalline blanche, qui est jetée sur un entonnoir entouré de glace et en relation avec la trompe à eau. Le sel, débarrassé de l'eau mère, est lavé avec de petites quantités d'eau distillée, jusqu'à ce que la liqueur qui s'écoule n'accuse plus de chlorure avec le nitrate d'argent. En cet état, le sel humide mis sur la porcelaine dégourdie ne tarde pas à se colorer et à éprouver une décomposition.

» Pour éviter l'altération du chlorate et procéder à son analyse, il est nécessaire de prendre certaines précautions. Le sel mis dans une capsule de platine est recouvert d'oxyde de cuivre fin (obtenu par la calcination du nitrate). Pour 1 partie de chlorate, on met environ 10 parties d'oxyde de cuivre. La capsule est placée dans un dessiccateur à acide sulfurique. On agite souvent le mélange avec une spatule, pour rendre le produit homogène. Au bout de plusieurs jours, on procède à l'analyse complète du mélange. On dose le carbone, l'hydrogène et l'oxygène en brûlant un poids déterminé de matière dans un courant d'oxygène, avec les précautions recommandées pour l'analyse organique. L'azote est dosé en volume par le procédé de Dumas. Le chlore est pesé à l'état de chlorure d'argent (calcination de la matière avec la chaux pure); enfin l'oxyde de cuivre est déterminé par les procédés ordinaires de l'analyse minérale.

» En défalquant de l'analyse totale la proportion d'oxyde de cuivre, on obtient par le calcul la composition du chlorate.

» Voici les chiffres trouvés :

			Théorie.
Carbone.........	40,38	C^{12}..............	40,57
Hydrogène.......	4,46	H^8..............	4,51
Azote...........	7,42	Az..............	7,89
Chlore...........	19,87	Cl..............	19,98
Oxygène.........	27,87	O^6..............	27,05
	100,00		100,00

» Le chlorate d'aniline séché sur la porcelaine et examiné rapidement présente les caractères suivants :

» Ce sel est très soluble dans l'eau; il s'enflamme lorsqu'il est mouillé avec l'acide azotique fumant, l'acide sulfurique fumant et l'acide sulfurique monohydraté.

» L'acide nitrique ordinaire et l'acide chlorhydrique réagissent sur le chlorate sans l'enflammer, en donnant des produits colorés dont nous poursuivons l'étude.

» *Perchlorate d'aniline.* — Ce sel peut également être préparé directement en

---

([1]) Le rouge Congo est un produit azoïque dérivé de la benzidine et de l'érythrosine. C'est une matière colorante qui vire facilement au violet avec les acides et qui n'est pas impressionnée par les sels acides en l'absence d'acide libre.

faisant réagir l'acide perchlorique sur l'aniline. Le produit, séché sur la porcelaine, apparaît en lamelles brillantes.

» Le perchlorate ne subit aucune altération à l'air. On peut l'obtenir par double décomposition, en faisant réagir le perchlorate de soude (30gr dissous dans 15cc d'eau) sur le chlorhydrate d'aniline (30gr dissous dans 60cc d'eau) préalablement neutralisé par l'aniline. Le sel, lavé sur un entonnoir, puis séché, est conservé dans un flacon.

» Soumis à l'analyse, il a donné :

			Théorie.
Carbone.......	37,18	C^{12}...........	37,22
Hydrogène.....	4,26	H^{8}............	4,14
Azote.........	7,18	Az.............	7,23
Chlore........	18,41	Cl.............	18,33
Oxygène......	32,97	O^{8}............	33,08
	100,00		100,00

» Le perchlorate d'aniline est un sel très stable à la température ordinaire. Chauffé dans un tube, il déflagre et donne un dépôt de charbon. Mouillé avec l'acide nitrique fumant, il s'enflamme. L'acide nitrique ordinaire et l'acide sulfurique concentré ne l'altèrent pas à froid. A la température du bain-marie, l'acide nitrique donne des produits colorés et l'acide sulfurique dégage des fumées d'acide perchlorique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la chaux combinée dans les terres*. Note de M. **Paul de Mondesir**, présentée par M. Schlœsing.

« Presque tous les sols, même les plus acides, contiennent une quantité notable de chaux qui n'est pas à l'état de carbonate, mais qui est combinée avec les éléments de la terre et peut leur être enlevée, à froid, par les acides dilués.

» Lorsque la terre est saturée, j'ai trouvé que la proportion de chaux s'élève d'ordinaire à 3, 4, 5 et même 8 millièmes du poids de la terre fine. En moyenne, la couche superficielle d'un hectare pesant 3000 tonnes contient 15000kg de chaux. La chaux combinée autrement n'est pas, à beaucoup près, aussi généralement répandue. Le carbonate manque dans la moitié des sols, le sulfate, le phosphate, le nitrate sont rares ou en très petite quantité. Il semble donc que la combinaison directe de la chaux avec les éléments de la terre devrait être considérée comme la forme la plus importante de l'existence de cette base dans les terrains.

» Mais dans les analyses de sols on ne fait guère de distinction entre les divers états de la chaux. L'acide carbonique, s'il n'existe qu'en faible quantité, est rarement mesuré. On se borne à doser la chaux totale et bien sou-

vent elle est supposée tout entière à l'état de carbonate, dans le tableau de l'analyse. Des expériences déjà nombreuses me permettent de dire que si le calcaire *ainsi calculé* est au-dessous d'un demi pour 100, la terre est presque toujours acide; si le calcaire est entre un demi et 1 pour 100, la plupart du temps il n'y en a pas; enfin si la chaux totale (CaO) atteint 1 pour 100, il y a presque toujours au moins un demi pour 100 de carbonate réel, mais souvent la plus grande partie est en grains assez gros pour n'exercer qu'une action incomplète.

» Pour préciser l'état de pareilles terres, il faut trois dosages : dosage de la chaux totale, dosages du carbonate total et du carbonate réellement actif, par la méthode que j'ai donnée dans un précédent travail. Si le second essai démontre l'absence de calcaire, le troisième doit être remplacé par un dosage d'acidité.

» Les chimistes savent bien qu'il y a de la chaux combinée avec des éléments de la terre; mais, dans le langage ordinaire, on oublie constamment l'état particulier de cette chaux et on la fait passer, comme dans les analyses, à l'état de carbonate. C'est une source continuelle d'obscurités et d'erreurs. J'en citerai quelques exemples.

» Dans un Ouvrage très justement estimé, on trouve que les herbages du pays de Caux sont en bon état lorsque leur sol contient 7 à 8 millièmes de calcaire, mais que si cette dose descend à 4 millièmes, les plantes des terrains acides apparaissent régulièrement. Pendant longtemps j'ai cru qu'il s'agissait bien réellement de calcaire, jusqu'à ce que, ayant eu occasion de doser l'acide carbonique dans le sol de plusieurs de ces herbages en bon état, je n'en ai presque point trouvé. Il paraît donc que les proportions de carbonate indiquées ont été *calculées* sur la chaux totale de la terre. Or, 7 à 8 millièmes de carbonate représentent la chaux nécessaire pour saturer presque entièrement ces terres, tandis qu'elles sont acides lorsque leur chaux ne correspond plus qu'à 4 millièmes de calcaire. Les énoncés qui précèdent seraient donc remplacés par les suivants : lorsque la terre contient environ 4 millièmes de chaux, elle en est saturée et la végétation est de bonne nature; lorsque la dose s'abaisse vers 2 millièmes, la terre est notablement acide et les plantes acides apparaissent. Il me semble que cela se comprend mieux.

» Il est admis que le plâtrage réussit même sur des terrains pourvus de calcaire. Je ne veux pas contester le fait, mais je suis persuadé qu'il deviendrait beaucoup moins fréquent si l'on déterminait dans ces terres le *calcaire réel* et son degré de division.

» Les meilleurs auteurs disent que, pour mettre en bon état une terre presque dépourvue de chaux, il faut y ajouter 3 pour 100 de calcaire. Mais on oublie trop souvent que c'est 3 pour 100 de la seule couche arable; que cette couche, pour se saturer de chaux, décompose environ un tiers du carbonate; qu'un autre tiers, graduellement dissous, descend et est également décomposé pour saturer le sous-sol. Enfin, déduction faite sur le troisième tiers des impuretés de l'ensemble, des morceaux trop gros pour être efficaces et des pertes qui commencent promptement, il ne reste plus guère de carbonate, et surtout de carbonate actif. Mais ce calcul n'étant pas fait d'ordinaire, on prend l'habitude de dire que le terrain, sans définition de profondeur, contient 3 pour 100 de calcaire. Je pense que telle est la cause principale de l'erreur que j'ai signalée dans une Note précédente et d'après laquelle 2 à 3 pour 100 de calcaire seraient nécessaires à la prospérité des Légumineuses fourragères. Cette erreur n'est pas sans importance; car s'il fallait, dans un sol pourvu de chaux combinée, mais dépourvu de calcaire, en mettre 2 pour 100 pour obtenir une bonne végétation des Légumineuses, on se trouverait en présence d'une impossibilité économique et d'une autre impossibilité matérielle pour les plantes à racines profondes. Si la prospérité de belles Légumineuses fourragères sur un terrain amenait à conclure que ce terrain est abondamment pourvu de carbonate de chaux, on risquerait de se tromper grandement. Si, toujours par suite de l'idée accordant une trop grande influence au calcaire ou à la chaux, on pensait obtenir des résultats décisifs par l'addition de ce seul élément à un terrain acide quelconque, il y aurait de grandes chances de déceptions, d'après les expériences que j'ai citées dans ma précédente Note et qui sont confirmées par l'opinion générale des cultivateurs du pays.

» L'insuccès de la chaux dans les cas que je viens de rappeler n'est pas contradictoire avec le fait bien connu que cette matière employée seule sur les défrichements, presque toujours acides, de bois et de landes produit souvent de bonnes récoltes pendant quelques années. En effet, l'humus de ces terres défrichées contient un certain approvisionnement des autres éléments de fertilité, tandis que les terrains des prairies dont j'ai parlé dans une Note antérieure ont toujours été épuisés de phosphate et souvent de potasse par l'enlèvement d'un assez grand nombre de récoltes de foin, avec des restitutions tout à fait insuffisantes. La différence des résultats que la chaux employée seule produit dans les deux cas s'explique donc aisément. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur la pathogénie du diabète.* Note de MM. **G. Arthaud** et **L. Butte**, présentée par M. Brown-Séquard. (Extrait.)

Les auteurs commencent par rappeler les nombreuses recherches faites depuis Claude Bernard, en vue d'élucider la pathogénie du diabète spontané. Ils citent, en particulier, les résultats de leurs propres travaux, publiés dans la thèse de M. Aubel (juillet 1887), puis à la Société de Biologie (26 novembre 1887); enfin la Communication faite à cette même Société par MM. Germain Sée et Gley (11 février 1888). Aujourd'hui, de nouvelles expériences leur semblent devoir permettre de poser des conclusions plus précises :

« I. Quand on crée une névrite double et simultanée des pneumogastriques, la mort survient au bout de quelques jours avec des lésions et des symptômes très analogues à ceux qui suivent la section des mêmes nerfs. Si, pour prolonger la durée de l'expérience et rendre l'observation plus aisée, on pratique l'injection interstitielle de poudre inerte ou de substance irritante, d'abord dans un seul nerf, puis quelques semaines plus tard dans l'autre, la survie est plus longue. Les animaux, à la suite de la première injection, ont de la polyurie avec légère albuminurie; après la deuxième, on voit survenir des troubles gastriques (vomissements) qui s'accompagnent d'une soif vive et d'un amaigrissement expliqué par l'inanition. L'urée excrétée diminue et la glycose apparaît ($0^{gr},14$ de sucre par kilogramme d'animal en vingt-quatre heures). La mort survient un mois environ après la deuxième opération; les altérations anatomiques consistent surtout en lésions congestives et inflammatoires des poumons et des viscères abdominaux.

» II. Lorsqu'on opère sur un seul nerf, dans la continuité, la survie des animaux est sensiblement en rapport avec l'intensité de la névrite. Chez le lapin comme chez le chien, on voit apparaître l'amaigrissement, la polyurie, l'azoturie au début et une glycosurie intermittente pendant toute la durée de l'expérience. Quand la mort arrive, on trouve des lésions qui portent principalement sur le rein, le foie, le cœur et le tube digestif. Les poumons sont à peu près sains. Le rein est congestionné et l'examen histologique y fait découvrir les lésions décrites par Armani dans les glomérules et la substance intermédiaire : il y a toujours de la sclérose d'origine artérielle, à

divers degrés d'évolution. Le foie présente une congestion de nature particulière, avec état granuleux de ses éléments. Le cœur est le siège d'une myocardite interstitielle (piliers). Enfin, l'estomac et l'intestin grêle présentent une dégénérescence particulière de la muqueuse, analogue à celle décrite par Cantaire dans les cas de diabète.

» III. Pour savoir si tous ces phénomènes étaient dus à une action centripète ou centrifuge du nerf, nous avons commencé par irriter le bout central du vague, après résection.

» Dans ce cas, on observe, pendant les jours qui suivent l'opération, que l'urine fortement colorée, alcaline, contient une quantité d'urée qui peut être quatre fois plus grande qu'à l'état normal. Chez quelques animaux, on y constate la présence de la glycose. Mais ces troubles sont passagers, s'atténuent peu à peu, et, au bout de quelques semaines, l'animal est complètement rétabli. Nous avons conservé un chien depuis deux ans et son état de santé est parfait.

» Il peut cependant arriver que la mort survienne, avec des lésions identiques à celles qui sont indiquées dans le paragraphe précédent; mais alors l'autopsie montre qu'il y a restauration partielle du nerf avec inflammation, et nous nous trouvons en présence d'une névrite du nerf dans la continuité.

» IV. Les propriétés trophiques d'un nerf persistant longtemps après sa section, nous avons pensé, puisque nous étudions surtout l'action trophique du nerf vague, à faire des injections interstitielles dans son bout périphérique isolé. Tandis que la section pure et simple d'un de ces nerfs n'entraîne pas la mort, nous avons vu, au contraire, après irritation du bout périphérique, se développer un ensemble de symptômes qui a toujours abouti jusqu'ici à la mort, dans un délai de quatre à six mois (chez le lapin, la survie est moins longue).

» Pendant une première période, on constate un engraissement lent et progressif de l'animal en rapport avec la polyphagie qui se montre en même temps. (Un chien pesant $8^{kg},500$ atteint le poids de 10^{kg} en trois mois.) On note également la polyurie, phénomène constant qui a pour conséquence une soif vive. L'urine contient une petite quantité d'albumine; cette urine est très limpide, de couleur jaune paille. Dans quelques cas, on observe en même temps une glycosurie intermittente (10^{gr} de sucre par litre dans une expérience). L'urée excrétée augmente peu à peu tant que dure la polyphagie; en même temps les échanges gazeux intrapulmonaires

deviennent plus actifs ($1^{gr},90$ CO^2 par kilogramme et par heure, au lieu de $1^{gr},50$, chiffre normal).

» Cette première période dure environ trois mois; puis, progressivement, l'animal maigrit, perd ses forces; la polyurie et la polydypsie persistent, l'albumine et le sucre peuvent encore être décelés; mais la polyphagie disparaît et souvent on voit survenir des vomissements. Il n'est pas rare de constater des troubles trophiques cutanés. L'urée diminue, les oxydations se rapprochent de la normale avec des oscillations. A cette époque le sang contient néanmoins un léger excès d'hémoglobine active et de glycose.

» Cet état va en s'aggravant, l'animal devient extrêmement faible, sa maigreur est excessive. (Dans un cas, de $13^{kg},500$, le poids est tombé à 9^{kg}; dans un autre, de $8^{kg},700$, il est descendu à $5^{kg},500$.) Enfin, presque brusquement, on voit apparaître un état dispnéique, la température s'abaisse dans des proportions considérables (de 39° à 24°) et l'animal succombe. A l'autopsie, on observe les lésions suivantes :

» Dans la cage thoracique, les poumons sont à peu près sains; le cœur présente seulement une légère teinte feuille morte avec quelques ecchymoses sous-endocardiques; dans la cavité abdominale, le foie est rouge et congestionné, le pancréas est hypérémié et présente des points hémorragiques; l'estomac et les intestins sont le siège d'ecchymoses sous-muqueuses; les reins sont plutôt diminués de volume, hypérémiés, avec pointillé glomérulaire.

» L'examen histologique a révélé que les lésions les plus importantes siégeaient dans le cœur, le foie, l'estomac et le rein. Le cœur présente, surtout au niveau des piliers, des îlots de myocardite interstitielle périvasculaire. Dans le foie, il y a congestion artérielle, dilatation des capillaires, aplatissement des cellules irrégulièrement distribué, et l'altération peut aller jusqu'à la formation de lacs sanguins. L'estomac (petite courbure) est lésé dans sa couche muqueuse, qui est le siège d'une sorte de sclérose périglandulaire, avec dissociation progressive des éléments épithéliaux. Le rein présente des lésions épithéliales et interstitielles; il y a de la sclérose périartérielle, de la dilatation des glomérules, des dégénérescences hyaline, graisseuse, cireuse et vitreuse des cellules épithéliales dans la zone intermédiaire (lésions d'Armani).

» V. D'après ce qui précède, nous croyons pouvoir conclure qu'il est possible, par irritation centrifuge du nerf vague, de reproduire chez les animaux les diverses variétés du diabète clinique, tantôt insipide, tantôt azoturique, tantôt glycosurique, suivant des prédispositions individuelles, absolument comme chez l'homme.

» Nous ajouterons que, au point de vue clinique, nos recherches person-

nelles nous ont permis de vérifier, sur presque tous les points, l'analogie de notre maladie expérimentale avec le diabète spontané, pour lequel nous adoptons sans réserve la théorie névrotrophique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des inhalations du chlorure d'éthylène* ($C^2H^4Cl^2$) *pur sur l'œil.* Note de M. **R. Dubois**, présentée par M. Brown-Séquard. (Extrait.)

« M. Panas a récemment adressé à l'Académie [1] un examen critique de faits relatifs à l'action du chlorure d'éthylène sur la cornée, que j'avais consignés dans diverses publications [2]. J'avais signalé l'injection de la conjonctive, le trouble de la cornée, qui devient porcelanique, l'éclaircissement spontané de la cornée, l'immunité des autres parties de l'œil, etc. J'avais indiqué, en outre, les expériences au moyen desquelles j'ai établi que le chlorure d'éthylène agit sur la face postérieure de la cornée, et qu'il laisse celle-ci sans défense contre l'humeur aqueuse, qui vient imbiber et gonfler les éléments anatomiques modifiés par le passage du poison [3].

» J'ai supposé que l'épithélium de la membrane de Descemet devait être modifié ; mais, dans aucun cas, lorsque la cornée avait été enlevée immédiatement après l'apparition de l'opacité, et convenablement préparée, je n'ai pu constater la desquamation épithéliale et les phénomènes de karyokinèse, dont parle M. Panas. Lorsque l'opacité existe depuis plusieurs heures, l'examen microscopique révèle l'existence de modifications profondes de l'épithélium postérieur, mais elles sont consécutives à l'apparition de l'opacité cornéenne.

» J'ai suffisamment insisté [4] sur la nature des changements de résistance du globe oculaire.

» Les modifications qui surviennent au bout d'une demi-heure environ d'anesthésie profonde par le chlorure d'éthylène [5], et que j'attribue à une

---

(1) *Comptes rendus*, 3 décembre 1888, p. 921.

(2) Voir, en particulier, *Archives de Physiologie*, numéros d'octobre et de novembre 1888, p. 299 et 339, 4e série, t. II. Ces deux Mémoires n'ont pas été cités par M. Panas.

(3) *Loc. cit.*, p. 341.

(4) *Loc. cit.*, p. 305.

(5) *Loc. cit.*, p. 301.

déshydratation du tissu cornéen, sont faciles à constater à l'œil nu, et mieux encore avec l'aide de la loupe ou du miroir ophtalmoscopique.

» Enfin, j'ai répété mes expériences sur l'éclaircissement partiel des cornées opacifiées récemment. Sur plusieurs animaux dont la cornée était assez opacifiée pour qu'il ne fût plus possible de distinguer les bords de l'iris, j'ai pu rendre distincts tous les détails de la face antérieure de cette membrane par l'inhalation, prolongée assez longtemps, de vapeurs anesthésiques (chlorure d'éthylène, chloroforme, benzine)... »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la virulence des cultures du bacille cholérique et l'action que le salol exerce sur cette virulence.* Note de M. **W. Lœwenthal**, présentée par M. Chauveau. (Extrait.)

L'auteur croit devoir présenter quelques observations, à propos de la Communication faite à l'Académie par M. Hueppe, le 14 janvier. L'historique de la préconisation du salol contre le choléra lui paraît pouvoir se résumer comme il suit :

« M. Hueppe, en prenant part à la discussion sur la prophylaxie et le traitement du choléra, au Congrès de Médecine interne à Wiesbaden, le 11 avril 1888, dit incidemment « qu'il faudrait essayer des remèdes qui » traversent l'estomac et ne se décomposent que dans l'intestin, tels que le » tribromophénol, le salicylate de bismuth ou le salol » ; il ajouta immédiatement : « je ne veux nullement prétendre que ces remèdes soient des spé» cifiques; j'aurais simplement voulu laisser entrevoir le chemin à prendre » pour arriver à une thérapie étiologique (*Verhandlungen*, p. 205). »

» M. Sahli fut le premier à essayer le salol en thérapeutique, mais c'était comme succédané du salicylate de soude dans les affections rhumatismales, et notamment dans le rhumatisme articulaire (*Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte*, nos 12 et 13 de 1886). En même temps, M. Sahli recommanda d'essayer le salol dans un grand nombre de maladies, le choléra entre autres....

» Il est inutile, dit en terminant M. Lœwenthal, d'insister sur la différence entre ces recommandations et la démonstration expérimentale de ma proposition, qui part d'un point de vue nouveau, à savoir l'influence du suc pancréatique sur le bacille du choléra.

» M. Hueppe révoque en doute cette influence; il se demande si ce n'est pas la vie anaérobie, que le bacille est supposé mener dans ma pâte,

qui rend toxiques les cultures. Cette supposition me paraît peu fondée. Les cultures, dans une pâte de même consistance, *ne sont pas toxiques* si la pâte ne contient pas de pancréas; d'autre part, les cultures au bouillon pancréatisé *sont toxiques*, tandis que les cultures au bouillon ordinaire ne le sont pas. Il est donc évident que la question d'aérobiose ou d'anaérobiose, toute importante qu'elle puisse être dans d'autres circonstances, n'a rien à voir dans la toxicité de mes cultures. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Passage du* bacille de Koch *dans le pus de séton de sujets tuberculeux. Application au diagnostic de la tuberculose bovine par l'inoculation au cobaye du pus de séton*. Note de M. **F. Peuch**, présentée par M. Chauveau.

« Plusieurs séries d'expériences m'ont démontré que le pus de séton d'une vache atteinte de tuberculose transmet cette maladie au cobaye. Dès lors, dans les cas douteux, il est possible d'établir, d'une manière certaine, le diagnostic de cette affection et d'appliquer rationnellement les mesures sanitaires prescrites par le décret du 28 juillet 1888, pour les bêtes bovines tuberculeuses.

» Ainsi, j'ai appliqué à une vache chez laquelle le diagnostic *tuberculose* a été confirmé par l'autopsie, un séton à mèche animé par de l'écorce de garou; puis, du sixième au dix-huitième jour après l'application de cet exutoire, j'ai inoculé dix cobayes avec le pus obtenu. Chaque cobaye a reçu, en injection hypodermique, à la face interne d'une cuisse, un demi-centimètre cube de ce pus délayé dans une égale quantité d'eau filtrée.

» Parmi ces dix animaux, un est mort accidentellement, un autre a succombé à une infection septique, onze jours après l'injection de pus; deux ont été sacrifiés au bout de trente-deux jours; un après trente-six jours, et cinq, après un laps de temps qui a varié de trente à quatre-vingt-six jours. Ces cinq derniers cobayes n'ont présenté aucune lésion tuberculeuse, tandis que sur les trois précédents il existait des granulations tuberculeuses naissantes dans la rate, le foie et le poumon.

» Il est à remarquer que ce sont les cobayes inoculés avec le pus recueilli le huitième, le neuvième et le quatorzième jour après l'application de l'exutoire, qui ont contracté la tuberculose; les cobayes inoculés avant le huitième jour et ceux inoculés après le quatorzième jour n'ont pas été contaminés.

» J'estime donc que, dans le cas de suspicion de tuberculose, l'inoculation du pus de séton au cobaye permet d'établir sûrement le diagnostic, et d'appliquer ainsi, avec parfaite connaissance de cause, des mesures de police sanitaire. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De la marche chez les animaux quadrupèdes.* Note de M. C. Pagès.

« On définit habituellement la marche un mode de progression dans lequel le corps ne quitte jamais le sol. Cette définition, très exacte pour l'homme et les autres animaux bipèdes, n'est pas suffisamment explicite pour ce qui concerne les animaux quadrupèdes qui, en dehors de la marche ordinaire, présentent de nombreux modes de progression également dépourvus de suspension du corps.

» Pour ces derniers, il faut appeler marche ce mode de progression dans lequel, les bipèdes antérieur et postérieur ne quittant jamais le sol, les membres se succèdent en diagonale, l'antérieur précédant le postérieur : ainsi que le représenteraient deux hommes, placés l'un derrière l'autre et partant du pied opposé, le second avec un très léger retard sur le premier.

» Chez les grands animaux, et particulièrement chez le cheval, la marche est ordinairement désignée sous le nom de *pas;* mais, pour respecter les analogies que présente ce mode de progression chez les bipèdes et les quadrupèdes, nous n'emploierons pas cette dernière expression qui, du reste, sert encore pour désigner l'intervalle compris entre deux positions symétriques successives d'un animal en mouvement. Nous dirons donc un *pas de marche,* comme on dit un pas de trot, un pas de galop.

» La période de double appui, dont nous avons mesuré très exactement la durée, existe pour chaque bipède et pour tous les animaux; elle est plus prononcée en arrière qu'en avant, pour un même animal; chez les animaux trappus que chez ceux qui ont de longs membres, si l'on considère le même bipède dans la série des quadrupèdes; elle est d'autant plus brève que l'allure est plus rapide.

» La prédominance du double appui postérieur paraît résulter de ce que le membre pelvien, principal impulseur, ralentit sa course au moment où l'impulsion atteint son maximum; c'est ce qui explique pourquoi elle s'accentue considérablement dans la traction. Il est bien entendu que, si le membre postérieur reste plus longtemps sur le sol que l'antérieur, il se déplace plus rapidement pendant le soutien, ainsi que nous l'avons démontré dans des Communications précédentes.

» Ainsi, dans l'allure du cheval que nous avons prise comme type, le

pas durait $\frac{48}{50}$ de seconde, l'appui postérieur $\frac{32}{50}$, l'appui antérieur $\frac{30}{50}$, le double appui postérieur $\frac{16}{50}$, le double appui antérieur $\frac{12}{50}$.

» En même temps qu'elle fait connaître la phase du double appui, la chromophotographie indique et mesure, avec toute la précision désirable, l'ordre de succession des membres; elle démontre que la marche s'effectue par une série de triples et de doubles appuis; les premiers étant antérieurs ou postérieurs (pour nous conformer au langage adopté, nous désignons un triple appui par celui des membres qui, dans le bipède antérieur ou postérieur, est seul sur le sol); les seconds étant diagonaux ou latéraux.

» Les appuis triples et doubles se succèdent dans l'ordre suivant : triple appui antérieur, double appui diagonal, triple appui postérieur, double appui latéral, etc. Ainsi, dans un pas complet de la marche, il y a quatre appuis triples (deux antérieurs et deux postérieurs) et quatre appuis doubles (deux diagonaux et deux latéraux).

» Si l'on réfléchit que, dans une allure régulière, l'un des membres est constamment en retard d'un demi-pas sur le membre opposé, on comprendra facilement que le pas complet, dans la marche, se divise en deux demi-pas, dont les quatre temps ont les mêmes durées respectives et correspondent à des attitudes semblables; seulement, le membre qui est à droite dans la première moitié de la révolution est à gauche dans la seconde, et *vice versa*.

» Lorsque l'animal passe de la marche à une allure plus rapide, le trot ou l'amble, il existe une période de transition, dans laquelle le pas complet comprend toujours huit temps et dans l'ordre établi, mais où la durée de chaque phase est considérablement diminuée.

» Deux cas se présentent alors. Si l'animal doit prendre le trot, les doubles appuis diagonaux prédominent de plus en plus sur les autres temps. S'il doit aller l'amble, ce sont au contraire les appuis latéraux qui augmentent relativement aux autres phases du mouvement. Ainsi l'on voit que la connaissance exacte du mécanisme de la marche nous conduit à une explication très simple de deux transitions d'allures que tous les hippologues avaient vainement tenté de saisir jusqu'ici.

» Pour préciser les considérations précédentes, nous prendrons trois exemples chez le cheval : un pour la marche ordinaire, les deux autres pour les transitions.

» Dans un pas de marche qui durait $\frac{48}{50}$ de seconde, et dans lequel les intervalles des battues étaient égaux, la succession et la durée des huit temps étaient les suivantes : triple appui droit, $\frac{8}{50}$ de seconde; double appui

diagonal droit, $\frac{4}{50}$ de seconde; triple appui postérieur gauche, $\frac{6}{50}$ de seconde; double appui latéral gauche, $\frac{6}{50}$ de seconde; triple appui antérieur gauche, double appui diagonal gauche, triple appui postérieur droit, double appui latéral droit. Les quatre phases de la deuxième moitié du pas ont les mêmes durées que les phases correspondantes de la première moitié.

» Dans une allure plus rapide, qui représentait une transition de la marche au trot, chaque double appui diagonal durait le quart du pas complet; l'intervalle des battues des deux pieds d'un bipède diagonal était deux fois plus petit que l'intervalle qui séparait les deux battues du bipède latéral.

» Dans un passage de la marche à l'amble, chaque double appui latéral durait le quart du pas complet; l'intervalle des battues des deux pieds d'un bipède latéral était deux fois plus petit que l'intervalle qui séparait les deux battues du bipède diagonal.

» Nous n'avons pas besoin de faire ressortir, en terminant, que les notions précédentes seront très utiles à tous ceux qui cherchent à introduire quelques données scientifiques dans l'art de l'équitation, et qu'elles seront indispensables à la détermination du travail exécuté par les animaux domestiques, et spécialement par le cheval. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De la production des larves monstrueuses d'Oursin, par privation de chaux*. Note de MM. **Georges Pouchet** et **Chabry**, présentée par M. Berthelot.

« Les expériences suivantes, faites au laboratoire de Concarneau, ont été instituées en partant de ce principe posé par M. Chevreul (1824), énergiquement défendu par Ch. Robin, que les caractères morphologiques des êtres vivants sont fonction de l'état d'organisation, c'est-à-dire fonction, dans une certaine mesure, de leur constitution chimique. Peu de recherches ont été poursuivies dans cette voie, où il convient toutefois de signaler celles de M. Armand Gautier (1886).

» Après nous être assurés que la chaux nécessaire à la constitution de la substance spiculaire, formant la charpente solide des larves d'Oursin, ne préexiste point dans l'œuf de ces animaux et est directement tirée de l'eau de mer, nous avons pratiqué des élevages de ces larves dans l'eau de mer, dépouillée de la plus grande partie de sa chaux par l'oxalate de soude, et alors que la quantité de sodium ajoutée est insignifiante relativement à celle que l'eau de mer renferme normalement.

» Des œufs d'Oursins placés dans une eau de mer ne contenant plus que $\frac{1}{10}$ de sa chaux (le reste de celle-ci remplacé par de la soude) ont donné des larves très actives, que rien, pendant quarante heures, ne distingue des témoins. Mais, à la soixantième heure, elles sont encore à l'état de *gastrula*, tandis que les témoins ont des spicules ramifiés et un intestin complet. Après quatre-vingt-dix heures, ces larves, sans prendre de spicules, entrent dans une véritable phase *pluteus*, caractérisée pour elles par la différenciation de l'intestin en trois régions : œsophage, estomac et rectum. Mais la forme générale reste sphérique, sans prolongements, et la mort survient après quelques jours d'existence en cet état.

» En poursuivant une élimination plus complète de la chaux, les larves ne dépassent plus le stade *gastrula*, et même le nombre de celles qui l'atteignent devient de moins en moins grand. Lorsqu'on reste, au contraire, en deçà de la quantité que nous avons indiquée, le développement des spicules est simplement retardé, et ils subissent, en outre, une déformation variable. Sur quelques larves, on observe la formation d'un appendice probosciforme, médian, et qui semble tenir la place des deux prolongements antérieurs frontaux, sans spicule interne.

» Les expériences qui précèdent prêtent aux conclusions et aux remarques suivantes :

» 1° La substance spiculaire, comme la substance osseuse, est une espèce anatomique nettement définie, et qu'on supprime totalement en privant l'économie d'un de ses constituants. Le fait était probable, mais la démonstration n'en avait pas encore été donnée.

» 2° Dans le cas particulier que nous avons étudié, la déviation morphologique est finalement d'autant plus accusée que l'eau de mer a été plus dépouillée de chaux. La vitesse de l'évolution, mesurée par la durée des phases *blastula* et *gastrula*, est d'autant plus ralentie que la chaux a été plus complètement précipitée. Enfin, dans tous les cas, il y a toujours, au début, une période pendant laquelle l'être se développe ou semble se développer normalement. Il reste, en effet, à déterminer si ces *blastula* et *gastrula*, d'apparence normale, qui précèdent des *pluteus* anormaux, possèdent réellement toutes les propriétés de celles qu'on obtient dans l'eau normale, ce qu'il sera facile de savoir en transportant les individus élevés dans l'eau privée de chaux jusqu'à la quarantième heure, dans l'eau de mer naturelle. Sans rien préjuger du résultat de cette expérience, que nous n'avons pas faite, on peut remarquer combien il serait singulier que l'absorption du calcium ne commençât précisément qu'au moment où les tissus vont le déposer à l'intérieur, dans une combinaison concrète et définie.

» Nous avons dit qu'en employant l'oxalate de soude à faible dose on

obtient des évolutions monstrueuses; il suffit, en fait, qu'un dixième environ de la chaux soit précipité, pour déterminer une altération notable dans le développement. Cependant, les analyses que nous avons citées plus haut indiquent un écart beaucoup plus grand dans la teneur en chaux des différentes mers.

» Faut-il attribuer cet effet à quelque combinaison nouvelle, due à l'influence du réactif, ou ne conviendrait-il pas de rechercher si les œufs issus d'individus vivant dans un lieu déterminé, la baie de Concarneau par exemple, se développeraient normalement dans l'eau de la mer du Nord ou de la Méditerranée, et *vice versa*. En d'autres termes, ces expériences posent la question de savoir si, chez certaines espèces tout au moins, les jeunes ne portent pas en eux une accommodation spéciale au milieu où vivaient leurs ascendants immédiats, accommodation telle que ce milieu ne pût être modifié sensiblement sans compromettre leur existence.

» Sans insister sur ces problèmes, nous remarquerons, en terminant, que rien ne démontre que les monstres obtenus par les moyens que nous avons employés ne soient susceptibles d'être conduits à un stade de développement plus avancé. En effet, même dans l'eau normale, on ne paraît pas avoir réussi jusqu'ici à élever l'espèce que nous avons choisie au delà du stade *pluteus*, qui est celui où mouraient nos monstres privés de spicules; en sorte que la mort de ceux-ci ne peut être imputée avec sûreté à la seule absence de chaux dans les tissus. Toutefois, comme les degrés d'altération de l'eau de mer ont paru entraîner un abrègement proportionnel de la vie, il est fort possible que la longévité de ces monstres demeure, même dans les meilleures conditions d'élevage, très inférieure à la longévité moyenne et d'ailleurs inconnue de l'espèce. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *De l'hermaphroditisme des Aplysies*. Note de M. **Edouard Robert**, présentée par M. de Quatrefages. (Extrait.)

« M. Rémy Saint-Loup a adressé à l'Académie, le 17 décembre dernier, une Note relative à l'anatomie des Aplysies. Cette Communication porte : 1° sur la reproduction; 2° sur la circulation de ces Mollusques. Je demande à l'Académie la permission de présenter quelques observations au sujet de la première partie.

» Depuis quelques années déjà, à la station de Zoologie maritime de M. Armand Sabatier, à Cette, j'examine les Aplysies, qui y sont très nombreuses. D'après les observations que j'ai pu faire, je ne crois pas qu'on puisse dire que « la *séparation des sexes* existe, à un moment donné, chez ces Gastéropodes marins ». Je n'ai jamais trouvé, parmi de nombreux exemplaires d'*A. fasciata,* aucune différence sexuelle extérieure. L'âge seul suffit à expliquer des variations de taille et d'agilité. Quant à la coloration, on sait qu'elle diffère, d'une façon souvent très notable, d'un individu à un autre.

» Chez tous les individus d'*A. fasciata* et d'*A. depilans* que j'ai examinés, la glande sexuelle était hermaphrodite. J'y ai trouvé des spermatozoïdes et des ovules, à divers états de développement.

» L'hermaphroditisme des Aplysies est prouvé, en outre, par la conformation des organes reproducteurs accessoires, c'est-à-dire autres que la glande génitale. Sans parler de l'organe copulateur, que tous possèdent, l'examen du conduit génital, allant de la glande accessoire (connue sous le nom de *glandes de la glaire et de l'albumine*) à l'orifice externe, lève tous les doutes. Je démontrerai, dans un prochain Mémoire, que ce canal est divisé, par des replis saillants de sa paroi interne, en plusieurs gouttières distinctes, ayant chacune une fonction spéciale. Une de ces gouttières est le vagin, où s'introduit le pénis de l'individu jouant le rôle de mâle. Elle se termine par un cul-de-sac; le réceptacle séminal, où s'emmagasinent les spermatozoïdes au moment de la copulation, s'embranche sur le cul-de-sac et est accolé à la glande accessoire. L'ouverture de cette gouttière, bordée par un repli saillant à la surface externe du corps, forme la vulve; elle n'a pas d'autre rapport que celui d'un voisinage extrême avec le sillon génital, creusé dans les téguments de la paroi droite du corps. La gouttière vaginale est distincte des autres portions du canal servant d'oviducte et de conduit déférent. Ces parties se continuent par le sillon génital externe qui mène, soit le ruban d'œufs de l'orifice externe aux tentacules labiaux chargés de les coller aux rochers, soit le sperme jusqu'à la base du pénis. Il m'est arrivé d'observer dans mes aquariums, pendant la nuit, deux *A. depilans* accouplées; alors que l'animal faisant fonction de mâle copulait, l'animal jouant le rôle de femelle pondait son long ruban d'œufs. L'un des actes n'entravait en rien l'autre, ce qui indique bien que l'introduction du pénis jusqu'au fond de la gouttière vaginale n'obstruait pas la gouttière que je puis appeler *oviductale*.

» Pendant la copulation, jamais je n'ai vu de différence entre l'animal jouant le rôle de mâle et l'animal jouant le rôle de femelle. Comment expliquer, si la séparation des sexes existe, l'observation suivante, que j'ai répétée après beaucoup d'autres? On trouve, soit au bord de la mer, soit dans les aquariums, des Aplysies accouplées en chaîne. Le premier animal de la série fonctionne uniquement comme mâle; le dernier, uniquement comme femelle; tous ceux du milieu, à la fois comme mâles et comme femelles. Enfin M. P. Fischer a publié, en 1870, dans les *Annales des Sciences naturelles*, des Notes sur l'accouplement des *A. fasciata*. Il a vu, à trois jours d'intervalle, un de ces animaux qui s'accoupla une fois comme mâle et une fois comme femelle. Chez d'autres Aplysiens, chez les *Dolabrifera Lafonti*, par exemple, l'accouplement est même réciproque.

» Ces observations semblent établir, d'une façon catégorique, l'hermaphroditisme complet des Aplysiens.

» Les individus que M. Saint-Loup appelle mâles sont sans doute des animaux plus jeunes que ceux qu'il regarde comme femelles; ces derniers seraient simplement, dans son opinion même, des adultes parfaitement hermaphrodites. Chez les jeunes, les spermatoblastes et les faisceaux de spermatozoïdes sont plus abondants que les ovules; ceux-ci sont, d'autre part, peu développés et de petite taille. On a pu les prendre pour des spermatoblastes, ou des cellules mères de spermatoblastes. Chez ces jeunes exemplaires, les glandes dites *de la glaire et de l'albumine* sont, non pas atrophiées, mais peu développées encore. Ces glandes, peu étudiées jusqu'ici, dont je compte publier prochainement une étude anatomique et histologique, varient d'ailleurs beaucoup de taille suivant l'état de l'animal, suivant qu'elles sont ou non gorgées du produit de leur sécrétion, ou plus encore remplies de sperme ou d'ovules. On ne peut donc rien conclure de leur taille.

» Quant à la poche ou réservoir spermatique, que Cuvier avait pris pour une vessie, ses fonctions me paraissent aussi avoir été mal interprétées. Il me semble résulter, de l'étude que j'en ai faite, que ce n'est point un réservoir spermatique. On n'y trouve que fort peu de spermatozoïdes en bon état; on trouve par contre, dans son intérieur, une quantité de débris cellulaires variés. Je pense que dans cette poche se rendent des éléments de rebut, qui ne doivent pas sortir en même temps que les autres, au moment où l'animal pond ou éjacule le sperme. Si l'on injecte un liquide dans cette vésicule, si distendue que soit la poche, ce liquide ne s'en échappe plus.

Une disposition analogue à celle de la jonction des uretères avec la vessie des Mammifères rend la sortie impossible. Son état de distension ou de vacuité ne prouve donc rien au sujet de l'état sexuel des Aplysies.

» En résumé, l'opinion qui admet l'hermaphroditisme complet et absolu des Aplysies me paraît devoir être conservée. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les prédécesseurs de nos Canidés.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans les terrains du miocène inférieur et du miocène moyen, on trouve des animaux ayant quelques rapports avec nos chiens; ces Mammifères fossiles présentent, en même temps, des caractères qui les rapprochent, à certains égards, des Ours, des Civettes, etc. A l'époque quaternaire, les débris de Chiens sont très abondants et nous révèlent des formes à peu près identiques aux espèces actuelles. Mais, jusqu'à présent, les terrains compris entre le miocène moyen et le quaternaire n'avaient pas fourni de documents qui pussent permettre de rattacher les formes ambiguës anciennes aux espèces quaternaires et actuelles.

» Les études que je poursuis en ce moment, sur les faunes pliocènes du Plateau central, m'ont fourni l'occasion d'examiner des débris de Chiens d'un âge plus reculé que les Chiens quaternaires. Il m'a semblé que les résultats de leur examen jetaient quelques lumières sur l'origine des Chiens actuels.

» L'étude de ces fossiles m'a appris qu'aux époques du pliocène moyen et du pliocène supérieur, la famille des Canidés comprenait un nombre considérable d'espèces. Non seulement ces espèces sont les très proches parentes des Canidés actuels, mais encore j'ai pu me convaincre qu'elles réalisaient déjà les types des Renards, des Loups, des Chacals et des Chiens proprement dits qui vivent actuellement.

» *Canidé voisin du Renard.* — Le *Canis megamastoides* Pomel, appelé aussi *Canis borbonicus*, Brav., provient des alluvions à Mastodontes de la montagne de Perrier. Il a déjà été décrit par Pomel, de Blainville, Gervais. Mais ces éminents paléontologistes manquaient de termes de comparaison pour établir les affinités de ce curieux fossile. M. Gaudry ayant bien voulu m'autoriser à faire dégager diverses parties d'un squelette presque complet que possède le Muséum, j'ai pu étudier cette belle pièce et la comparer avec un grand nombre de formes vivantes et fossiles.

» La tête du *Canis megamastoides* ressemble surtout à celles des Renards

et des Chacals. On observe dans la forme des mandibules, des prémolaires et des carnassières, des caractères qui se retrouvent dans certaines espèces des *Cynodictis* des phosphorites. Les tuberculeuses, extraordinairement développées, ont leurs tubercules bien détachés et présentent un aspect viverrien.

» Le reste du squelette n'offre aucune différence notable avec celui des Chacals et des Renards auxquels le *Canis* de Perrier était intermédiaire comme taille.

» Cet animal pliocène établit un lien assez étroit, au point de vue de la dentition, entre les *Cynodictis* miocènes, les Civettes et les Renards. Il se rapproche surtout de ces derniers et il peut être considéré comme leur ancêtre. Le *Galecynus œningensis* du miocène supérieur, décrit par Owen, réalisait, au contraire, par ses membres une forme de transition plus rapprochée des Civettes que des Renards.

» *Canidé voisin du Chacal.* — Il y a dans les collections du Muséum une mandibule décrite par Blainville sous le nom de *Canis Neschersensis.* Cette pièce provient des alluvions volcaniques de Neschers. Il est très difficile de la distinguer des mandibules du Chacal actuel.

» *Canidé voisin du Loup.* — J'ai étudié, au musée du Puy et dans la collection Vinay, des débris d'un Chien pliocène qui se rapproche beaucoup du *Canis etruscus* F. Major, du Val d'Arno supérieur. Le *Canis etruscus* ressemble par sa taille et le volume de ses carnassières au gros Loup si répandu dans nos contrées pendant les temps quaternaires. Je crois qu'on peut le considérer, sinon comme l'ancêtre direct, tout au moins comme la forme représentative du Loup actuel.

» *Canidé voisin du Cuon?* — M. Aymard a donné le nom de *Canis avus* à deux fragments de mandibule trouvés à Sainzelle, dans un gisement pliocène. Cette espèce présente la formule dentaire du *Cuon*, car elle ne possède qu'une tuberculeuse à la mâchoire inférieure. Je dois dire pourtant que la forme de cette tuberculeuse et aussi celle de la carnassière diffèrent un peu de celle du *Cuon*.

» *Canidé voisin des Chiens proprement dits* (species nova). — La collection Vinay, au Puy, renferme une mandibule provenant de Ceyssaguet. Cette pièce présente les caractères qui nous servent, dans l'état actuel de la Science, à distinguer les Chiens des Loups. Tandis que la carnassière est faible à proportion, les tuberculeuses sont, au contraire, fort développées. Je ne vois donc pas de raison qui puisse m'empêcher de considérer ce fossile comme une forme très analogue aux Chiens proprement dits.

» En présence de ces faits, il devient, je crois, difficile de soutenir, comme on l'a fait souvent, que tous nos chiens domestiques ne sont que des modifications artificielles des Loups et des Chacals des temps actuels ou quaternaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'âge des sables de Trévoux.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les recherches de M. Delafond (*Bull. Soc. géol.*, t. XIII, p. 161) ont précisé les relations stratigraphiques de la formation sableuse pliocène connue sous le nom de sables à *Mastodon arvernensis* de Trévoux. A leur partie supérieure, ces sables fluviatiles, fins, micacés, de couleur ferrugineuse, passent à des graviers grossiers, puis à des cailloutis ferrugineux, qui font partie du *conglomérat bressan,* c'est-à-dire du *pliocène supérieur* à *Elephas meridionalis*. A leur base, les sables de Trévoux ravinent la série lacustre de la Bresse, et constituent actuellement de simples placages sur les flancs de ce plateau.

» Au point de vue de leur extension géographique, ces sables dessinent le cours d'une ancienne rivière pliocène, peu différente de la Saône actuelle : on les suit depuis Montmerle, par Villefranche, Trévoux, jusqu'à Saint-Germain-au-Mont-d'Or. Fontannes les a signalés encore plus au sud, dans le ravin de Sathonay, et jusqu'à l'entrée du tunnel de Collonges, à une faible distance de Lyon.

» Mais le niveau exact de ces sables dans le *système pliocène* restait encore à établir au point de vue paléontologique. On connaissait, il est vrai, une mandibule de *Tapirus arvernensis* Dev. et Bouill. (*T. minor* Gervais) à Montmerle, et les molaires du *Mastodon arvernensis* sont assez fréquentes à Trévoux même; mais ces deux espèces traversent le pliocène presque en entier et ne peuvent fixer un niveau précis.

» Je puis signaler actuellement, à Trévoux, le *Rhinoceros leptorhinus* Cuv., et dans les sables de l'entrée du tunnel de Collonges, le *Mastodon arvernensis* associé au *Palæoryx Cordieri* Gervais, l'une des espèces les plus caractéristiques de la faune de Montpellier, c'est-à-dire du *pliocène moyen* (étage astien). Cette grande espèce d'Antilope n'était encore connue dans aucune station aussi avancée vers le nord [1].

---

[1] Je dois la communication de ces pièces à l'obligeance de M. F. Cuvier, conducteur des travaux du tunnel.

» Les Mollusques terrestres et d'eau douce des sables de Trévoux confirment la conclusion précédente, puisqu'une bonne partie des espèces (*Helix Chaixi*, *Clausilia Terveri*, *Vivipara ventricosa*, etc.) appartiennent à la faune d'Hauterive.

» Ainsi, l'ensemble des fossiles ne laisse aucun doute sur l'attribution des sables de Trévoux à l'*étage astien*. Il en résulte que le premier creusement de la vallée de la Saône date du pliocène moyen et non du pliocène supérieur.

» Je ferai remarquer aussi qu'il faut complètement séparer de l'horizon de Trévoux les *sables de Chagny* (Saône-et-Loire); ceux-ci sont plus meubles, moins ferrugineux, et contiennent une faune caractérisée par l'association du *Mastodon arvernensis* avec l'*Elephas meridionalis* et avec l'*Equus Stenonis*, c'est-à-dire contemporaine de celle de Perrier et appartenant au *pliocène supérieur*. »

M. **N. Mismas** annonce l'envoi d'une méthode arithmétique pour déterminer directement la parallaxe horizontale du Soleil et de la Lune.

M. **E. Chailan** adresse une Note intitulée « Mouvement d'un point sur une sphère. Détermination, à l'aide des conditions initiales, des cas où le mobile quitte la sphère ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

ERRATA.

(Séance du 21 janvier 1889.)

Note de M. *Resal*, Sur un point de la question des plaques élastiques homogènes :

Page 115, lignes 12 et 14, *au lieu de* r, *lisez* z.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la déperdition d'azote pendant la décomposition des matières organiques;* par M. **Th. Schlœsing**.

« Le fait que des matières organiques azotées dégagent de l'azote libre pendant leur décomposition spontanée a été mis hors de doute pour la première fois en 1856 par M. Reiset. De la viande, du fumier parvenu à divers degrés de putréfaction ont été placés par notre savant Confrère dans l'appareil bien connu qui lui avait déjà servi à exécuter, en collaboration avec Regnault, ses recherches classiques sur la respiration. Les analyses de l'air confiné dans l'appareil, faites au début et à la fin de chaque expérience, ont constamment accusé une augmentation de la proportion de l'azote, preuve certaine d'une exhalation de ce gaz par la matière en voie de décomposition.

» Peu d'années après, MM. Lawes et Gilbert ont publié sur le même

sujet des expériences exécutées à l'aide de la méthode indirecte de Boussingault. Des graines, entières ou en poudre, dont la teneur en azote était connue, ont été mélangées avec de la ponce ou de la terre calcinée; chaque mélange a été humecté et abandonné dans un flacon bouché, dont l'atmosphère était renouvelée par un courant d'air; ce courant, à la sortie du flacon, barbotait dans un liquide acide, pour y être dépouillé d'ammoniaque. Plusieurs mois après, on dosait l'azote dans le résidu de la matière, on y ajoutait l'azote de l'ammoniaque entraînée et l'on comparait cette somme à l'azote contenu dans la matière avant sa décomposition. La différence, toujours en moins, mais très variable dans toutes les expériences, mesurait l'azote perdu à l'état gazeux.

» La même méthode a été appliquée depuis par divers auteurs, notamment par M. Kœnig et M. Morgen, qui ont expérimenté sur la viande, le sang, l'urine, des poudres d'os, de cuir, de corne. Les pertes d'azote par eux constatées ont été généralement faibles, parfois nulles.

» Toutes ces expériences démontrent fort bien l'exhalation de l'azote quand la décomposition des matières organiques s'effectue en certaines circonstances; mais elles n'ont pas été exécutées dans des conditions assez variées pour faire connaître l'influence sur la déperdition de l'azote de chacune de ces conditions. Quelle est, par exemple, l'influence de la température ou celle du milieu où se trouvent les matières, lequel peut être liquide ou gazeux, acide ou alcalin, oxygéné ou réducteur; ou encore celle de la nature même des matières qui se décomposent? Il y a surtout dans ce phénomène une influence prépondérante et tout à fait inconnue, l'influence tenant aux espèces d'organismes qui sont les agents de l'exhalation d'azote.

» Il y aurait cependant un véritable intérêt à savoir estimer l'importance de la déperdition de l'azote dans les divers cas qui se présentent dans la nature. Si les idées étaient fixées à cet égard, il deviendrait peut-être possible d'évaluer, sans trop d'incertitude, la quantité d'azote combiné qui se dissipe à l'état gazeux, dans un temps donné, à la surface du globe. On connaîtrait dès lors la quantité de ce gaz qui doit, dans ce même temps, passer inversement de l'état gazeux à l'état de combinaison, sous l'action de phénomènes naturels réparateurs, de manière que la déperdition d'azote combiné soit balancée par un gain au moins équivalent.

» On voit que l'étude de l'exhalation de l'azote pendant la destruction des matières organiques rentre dans la grande question des sources de l'azote que nous trouvons dans ces matières. En effet, c'est précisément

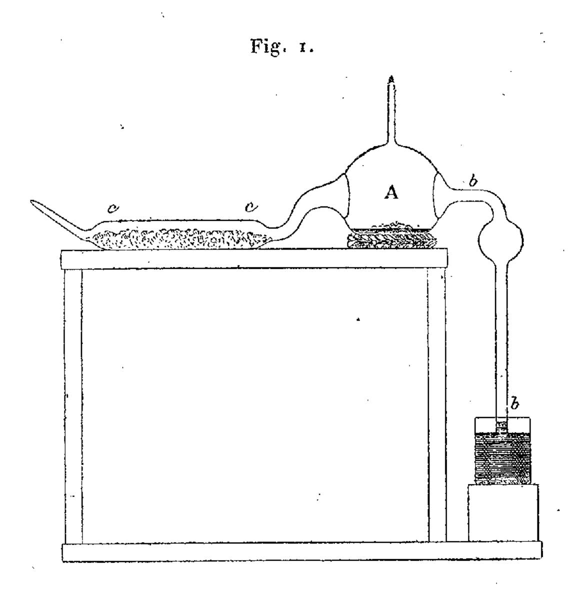
cette exhalation, résultat d'une analyse, qui oblige à chercher une synthèse d'égale importance, réalisée, pour les uns, par la fixation de l'azote gazeux dans la terre végétale; pour les autres, par la fixation de l'azote gazeux dans les végétaux, au cours de leur développement; pour d'autres encore, par la combinaison directe de l'azote et de l'oxygène atmosphériques sur le trajet de la foudre.

» Cette question des sources de l'azote, débattue depuis cinquante ans, est aujourd'hui le sujet de tant d'études persévérantes qu'on doit croire à sa prochaine solution; mais, de quelque manière qu'elle soit résolue, des recherches quantitatives sur la déperdition d'azote pendant la décomposition des matières organiques n'en conserveront pas moins l'intérêt que présente toujours la mesure d'un phénomène naturel.

» Pour obtenir cette mesure, j'ai recours à la méthode directe déjà employée par M. Reiset, et qui consiste à déterminer l'azote gazeux, au début et à la fin d'une expérience, dans l'atmosphère confinée qui enveloppe la matière. La différence entre les deux quantités d'azote mesure celui qui a pris naissance pendant la décomposition.

» J'emploie un appareil figuré ci-dessous.

Fig. 1.



» La pièce principale est un ballon à queue A, de 750^{cc} à 1^{lit}; sur son col étiré, puis coupé, a été soudé un tube *bb* portant une ampoule; sur sa

queue, coupée près de son origine, a été soudé un bout de tube large *cc* dont l'extrémité a été étirée.

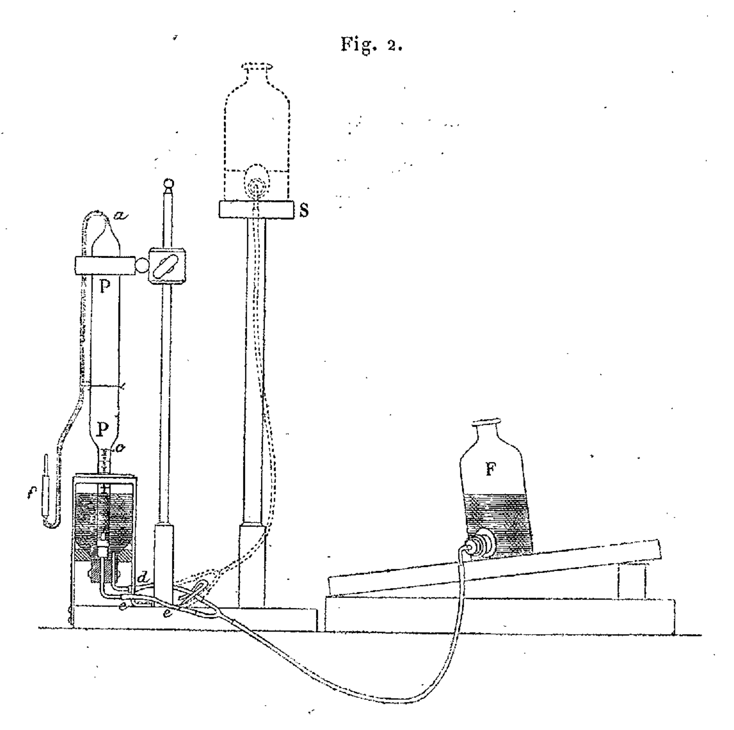
» On introduit en *cc* de 20^{gr} à 40^{gr} de carbonate de soude obtenu en calcinant au rouge sombre du bicarbonate réduit d'avance en petits fragments; puis on verse sur ce carbonate environ les deux tiers de son poids d'eau pure, afin de l'hydrater et d'en constituer une seule masse très poreuse; l'extrémité *d* est ensuite fermée à la lampe. Le carbonate aura pour fonction d'absorber l'acide carbonique à mesure que la matière en dégagera. Un tube soudé sur le dessus du ballon permet d'y introduire les substances qui serviront dans une expérience, par exemple une matière organique mêlée à de la ponce humectée, ou bien de la ponce introduite seule d'abord, à la surface de laquelle on dispersera ensuite de petits fragments d'une substance organique, ou bien une dissolution destinée à nourrir des organismes, etc.; le tube en question est ensuite fermé à la lampe. L'ampoule du tube *bb* est destinée à recevoir un acide solide, par exemple de l'acide oxalique, soutenu sur un tampon d'amiante, pour le cas où l'ammoniaque produite devrait être absorbée.

» Quand le ballon et ses appendices sont garnis de toutes les matières qu'ils doivent contenir, on fait le vide dans l'appareil, en mettant son tube *bb* en rapport avec une trompe à mercure. Vers la fin de l'opération, on chauffe très légèrement le tube *cc*, afin de déterminer la formation de vapeur d'eau qui balayera les dernières traces de gaz. On remplit ensuite tout l'appareil avec de l'air pur dont la quantité est rigoureusement déterminée, grâce à l'emploi d'un volumètre à mercure ou à eau. Enfin l'appareil est placé à demeure sur un support, son tube *bb* plongé dans un godet plein de mercure. Il va sans dire qu'après l'introduction de l'air et pendant la durée de l'expérience toute communication reste interdite entre l'atmosphère confinée et l'air extérieur.

» En général, l'oxygène de l'air introduit est consommé à bref délai; et, comme l'acide carbonique produit est absorbé par le carbonate de soude, l'atmosphère confinée diminue de volume et le mercure s'élève en *b*. On sait que les matières organiques ne dégagent pas de gaz combustibles pendant leur décomposition, l'ammoniaque exceptée, tant qu'elles restent intimement pénétrées par l'oxygène : il s'ensuit que le mercure peut monter d'environ $760^{mm} \times \frac{21}{100}$, soit 16^{cm}, jusqu'à la disparition totale de l'oxygène. Mais, en raison des variations de hauteur causées par les oscillations du baromètre et de la température, il est prudent, quand on veut

que l'atmosphère confinée ne cesse jamais d'être oxygénée, de l'alimenter d'oxygène pur, avant que la hauteur du mercure en b ne dépasse 10^{cm}. La figure ci-dessous représente un petit appareil qui me sert à mesurer de l'oxygène pur et à le transvaser dans le ballon A.

Fig. 2.



» Il se compose d'une pipette de 100^{cc} environ, dont la pointe est soudée à un tube capillaire af; d'une cuvette à mercure, faite simplement avec un flacon renversé, dont le fond a été coupé; d'un flacon tubulé F communiquant avec la cuvette par deux branchements ee, dd d'un même tube de caoutchouc; l'un des branchements, dd, porte à l'intérieur de la cuvette un petit bouchon. Le flacon F peut glisser sur un plan incliné ou être placé sur un support plus élevé S.

» La pipette a été jaugée avec du mercure, de a en c; son col, gradué en millimètres, a été également jaugé, en sorte que le volume compris entre a et un point quelconque de la graduation est connu.

» La pipette étant placée verticalement, son col engagé sur le bouchon de dd, on ferme avec une pince le branchement e, et l'on élève F sur son support S. Par cette manœuvre, on remplit la pipette de mercure, puis on la ferme en f avec un bout de caoutchouc portant un obturateur. On la

porte sur une cuve à mercure ordinaire pour y transvaser de l'oxygène pur ; après quoi, on la replace sur son bouchon, dans sa cuvette, comme elle se trouvait tout d'abord. On enlève la pince qui fermait *ee*, et l'on promène F sur son plan incliné, jusqu'à coïncidence des niveaux du mercure dans le col de la pipette et dans la cuvette. L'oxygène est alors à la pression atmosphérique. Son volume est d'ailleurs donné par la lecture de la graduation du col de la pipette.

» Il faut de plus connaître sa température. Pour en faire une détermination exacte, il convient, avant de ramener le gaz à la pression atmosphérique et de faire la lecture de son volume, de couvrir tout l'appareil d'une caisse en bois, percée de deux petites fenêtres vitrées, dont l'une servira à éclairer la cuvette, pendant que l'autre permettra de suivre de l'œil la marche des niveaux du mercure; au bout d'un quart d'heure, la température demeure invariable à l'intérieur de la caisse : elle est alors celle du gaz.

» Pour transvaser l'oxygène dans le ballon A, on place le support de la pipette devant ce ballon, de façon que le tube capillaire *af* plonge dans le godet où se trouve déjà le tube *bb*. L'extrémité *f*, décoiffée de son caoutchouc sous le mercure, est alors engagée dans le tube *bb*, puis on place F sur son support S. Le mercure s'écoule dans la pipette et en chasse le gaz.

» L'extraction du gaz, qui termine une expérience, est exécutée avec une trompe à mercure, d'où le gaz passe directement dans un volumètre. Cette opération exige quelques dispositions accessoires dont la description ne peut trouver place ici. Chacun, d'ailleurs, imagine en pareille occasion les procédés nécessaires. Je ferai seulement observer que l'acide carbonique possède dans le bicarbonate de soude, à la température ordinaire, une tension qui ne permet pas d'obtenir le vide parfait. Loin d'être un inconvénient, le dégagement d'acide carbonique résultant de cette tension est, au contraire, le moyen de balayer les dernières traces des gaz qu'on veut recueillir. On a la preuve que l'extraction est parfaite quand le gaz, reçu à part dans une petite cloche, est entièrement absorbable par la potasse.

» Quand l'ammoniaque formée au cours de l'expérience n'a pas été absorbée par un acide placé dans l'ampoule du tube *bb*, elle demeure dissoute à l'état de carbonate et se dégage en partie pendant l'extraction des gaz. Sa présence dans le volumètre ne permettrait plus d'effectuer des mesures exactes. Il est donc indispensable de placer sur le trajet des gaz,

entre le ballon A et la trompe, un petit flacon contenant de l'acide sulfurique un peu étendu et surmonté d'un tube à ponce imbibée du même acide. Il convient, enfin, d'entourer de glace ce flacon et ce tube, afin d'y condenser la vapeur d'eau dégagée du ballon; sans cette précaution, il se ferait dans le volumètre une condensation de plusieurs centimètres cubes d'eau qui en changerait la capacité.

» Dans une prochaine Note, je présenterai les résultats de quelques expériences. »

BOTANIQUE. — *Sur le Jardin botanique et le laboratoire de recherches de Buitenzorg*. Extrait d'une Notice adressée par M. le Dr **Treub**, Directeur du Jardin botanique, à M. le Consul de France à Batavia.

« Le jardin botanique de Buitenzorg, fondé au commencement de ce siècle, se compose de trois parties :

» Le jardin botanique proprement dit, à Buitenzorg, dans lequel sont cultivées huit à neuf mille espèces de plantes; le jardin botanique de Tjibodas, situé dans une des parties les plus montagneuses de la résidence des Préanges, à une altitude de 1500^{m}; le jardin d'essais à Buitenzorg, dans le quartier Tjikeumeuh, contenant des plantations de tous les végétaux utiles des pays tropicaux.

» Dans la première partie se trouvent, outre le bureau du jardin, un musée, un herbier, une grande bibliothèque, un laboratoire phytochimique, un atelier photographique et un laboratoire de recherches botaniques. Le laboratoire de recherches a été installé, il y a quatre ans, dans le but de fournir aux botanistes venant de l'Europe l'occasion de faire des études sur la végétation tropicale. La Direction du jardin a été mue par le désir de rendre l'institution scientifique de Buitenzorg utile à la Botanique de la même manière que l'est, pour la Zoologie, la station zoologique de Naples. Le budget annuel, mis par le gouvernement des Indes néerlandaises à la disposition de la Direction du jardin botanique, est de 150 000^{fr}.

» La station botanique de Buitenzorg a été visitée par des naturalistes hollandais, russes, allemands et anglais. Le Directeur du jardin se ferait un devoir et un plaisir d'aider autant que possible les botanistes français qui viendraient faire des recherches. Il estime que les études faites dans une station tropicale bien aménagée ne peuvent avoir qu'une influence utile sur la continuation des investigations sur la végétation des vastes possessions françaises dans l'Extrême-Orient. »

M. **Bouquet de la Grye** présente la liste des Cartes récemment publiées par le Service hydrographique de la Marine et offertes à la Bibliothèque de l'Institut.

4159. Mouillages sur la côte du Chili et du Pérou.
4177. Du cap Saint-Vincent au cap Faraony (Madagascar).
4207. Ile de Bora-Bora (archipel de la Société, océan Pacifique).
4228. De Sfax à Maharès (Tunisie).
4232. Ile Rapa (océan Pacifique méridional).
4234. Port de Barcelone (côte sud d'Espagne).
4238. Sfax (Tunisie).
4246. Zarzis (Tunisie).
4251. Baie Caldera (île de Haïti, Antilles).
4252. Baies de Beyrouth et de Saint-Georges (Syrie).
4254. Havre Alert (canal de la Trinité, Patagonie).
4255. Puerto del Morro, anse Cokle (canal de la Trinité, Patagonie).
4258. Iles de Marmara-Pasha liman (mer de Marmara).
4261. Rivière Bug. Entrée du liman du Dnieper (mer Noire).
4264. Baie d'Arguin (côte occidentale d'Afrique).
4274. Mouillages de la baie Tom (côte ouest de la Patagonie).
4275. Rade de Pernambuco (Brésil).
4276. Ports de la Flotte, baie Clara, anse Spengler, fiord Henri, port Cosmos (canaux de la Patagonie).
4280. Mer de Marmara (Carte générale).
4288. Mouillages de la baie de Uvea, etc. (îles Loyalty, océan Pacifique).
4290. Ile Tomman, baies de l'Espiègle et de Malua, etc. (archipel des Nouvelles-Hébrides, océan Pacifique).
4291. Baie du Diamond, anse de Yemiu, île Shepherd, baie Hayter, etc. (archipel des Nouvelles-Hébrides, océan Pacifique).
4292. Côte nord de l'île Anatom (Nouvelles-Hébrides, océan Pacifique).
4294. Ile Huahine (archipel de la Société).
4299. De Formose au Japon et îles adjacentes (mer de Chine).
4301. Portimao, Lagos, Leichoes, Aveiro et San Martimao (ports des côtes de Portugal).
4303. Rivières de la Guyane hollandaise (Amérique méridionale).
4304. Mouillages de Cansado et de la baie du Repos (côte occidentale d'Afrique).
4306. Port et barre de rio Lima (côte du Portugal).
4307. Embouchure et mouillage de Lakh-Yap ou Kua-Mom (golfe du Tonkin).
4313. Golfe de Dulce (côte ouest de Costa-Rica, Amérique centrale).
4320. Détroit Hamelin (Bosphore oriental) et mouillage de Vladivostok (côte de Mantchourie).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le général *Sabine*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. de Teffé	obtient.	30 suffrages.
M. de Serpa Pinto	»	21 »

M. DE TEFFÉ, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Obrecht *relatif à la discussion des mesures faites sur les épreuves daguerriennes de la Commission française du passage de Vénus de* 1874.

(Commissaires : MM. Cornu, Mouchez, Tisserand rapporteur.)

« M. Obrecht s'est occupé à plusieurs reprises de cette discussion, qu'a facilitée singulièrement la réunion des documents préparée par la Commission française du passage de Vénus ([1]).

» Le présent Mémoire contient l'ensemble de ses recherches, et les conclusions qu'il est possible de tirer de l'ensemble des mesures faites sur les épreuves de 1874. La discussion a porté d'abord sur toutes les mesures de distances provenant d'une même station; on en a conclu certaines données que l'on a ensuite comparées entre elles pour Saint-Paul, Nouméa, Nangasaki et Pékin. L'auteur a pu déduire de ses calculs relatifs aux photographies un contrôle précieux des observations de contact. Il est arrivé, pour la parallaxe du Soleil, au nombre 8",80, avec une erreur probable de ± 0",06; cette erreur aurait été beaucoup plus faible si l'état du ciel avait permis de recueillir dans chaque station un nombre suffisant d'épreuves réparties sur toute la durée du phénomène.

([1]) Voir t. III, 3e Partie des *Documents relatifs au passage de Vénus* 1874.

» On voit ainsi que les résultats de la Photographie peuvent soutenir avantageusement la comparaison avec ceux que fournissent les observations des contacts.

» Le travail de M. Obrecht est fait avec soin; il montre une connaissance approfondie des détails de la question, et la Commission pense qu'il doit être imprimé, comme l'ont été les documents relatifs au passage de 1874. Elle propose l'insertion dans les *Mémoires des Savants étrangers.* »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur les trépidations qui peuvent se produire dans l'engrenage de commande d'une transmission actionnée par une machine à vapeur.* Mémoire de M. **H. Léauté**, présenté par M. Sarrau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Lévy, Sarrau.)

« La communication de mouvement entre le moteur et la transmission qu'il actionne se fait souvent dans l'industrie à l'aide d'un engrenage. Cette disposition, avantageuse dans beaucoup de cas, présente quelquefois de graves inconvénients, par les trépidations qui peuvent se produire, surtout quand la transmission est à longue portée et met en jeu des masses considérables animées de grandes vitesses.

» Dans ce cas, les règles ordinairement admises dans le calcul des volants ne sont pas toujours suffisantes pour assurer un fonctionnement convenable, et l'on est exposé, après avoir muni la machine d'un volant très supérieur à celui qu'indique la théorie, à se trouver en présence de vibrations et de chocs tout à fait inadmissibles [1].

» C'est qu'il ne suffit pas alors de considérer uniquement la régularité

---

[1] Nous avons récemment étudié, dans le *Mémorial des poudres et salpêtres*, un fait de cette nature qui vient de se produire à la poudrerie de Saint-Médard-en-Jalles: une transmission télédynamique d'un grand développement et munie de nombreuses poulies à grand diamètre est actionnée par deux machines couplées à angle droit; bien que le moteur marche avec une très grande régularité et que l'installation ait été faite avec soin, des vibrations dangereuses se sont produites dans l'engrenage de commande qui réunit la machine aux transmissions.

du mouvement du moteur, il faut la comparer à celle de la transmission. Cette comparaison, qui constitue un élément du calcul des volants dont il n'a pas été tenu compte jusqu'ici, peut se faire à l'aide de la *caractéristique cinématique* que nous avons définie ([1]), et l'on est conduit à une règle pratique très simple, que le Mémoire joint à cet extrait a pour but de faire connaître.

» Il est entendu d'ailleurs qu'il ne s'agit pas d'étudier mathématiquement les trépidations et de déterminer avec exactitude leur amplitude et leur périodicité : c'est là un problème des plus complexes où interviennent à la fois, non seulement la régularité du moteur et celle de la transmission, mais encore les variations de la résistance ou de la puissance, les petites irrégularités locales du mouvement, les légères oscillations qu'ont toujours les liens flexibles, l'élasticité des dents pour les engrenages, le jeu qui existe entre elles..., etc. Nous nous proposons simplement, à défaut d'une règle rigoureuse qu'il est de toute impossibilité d'obtenir, d'indiquer un critérium simple qui, au point de vue des trépidations, donne toute sécurité.

» On peut y arriver de la manière suivante :

» La roue dentée, mise en mouvement par la machine, supporte une résistance, exercée par le pignon de commande de la transmission; cette résistance, qui varie peu dans le mouvement normal, fait équilibre à l'action de la vapeur et, si cette action restait fixe, le mouvement serait sensiblement uniforme; mais la composante tangentielle, sur la roue de la poussée motrice, subit de fortes variations; le mouvement de cette roue n'est pas uniforme et il se produit, au contact, des accélérations tantôt positives et tantôt négatives, qui sont la conséquence même du mode d'action du moteur. Lorsqu'une accélération négative a pris naissance, et jusqu'à ce qu'elle s'annule, les dents ont une tendance à se séparer; pour que le décollement n'ait pas lieu, il suffit que l'accélération au contact dans le mouvement que prendrait le pignon, si toute force motrice cessait d'agir sur lui, reste constamment supérieure à l'accélération négative dont nous venons de parler.

» Mais l'évaluation rigoureuse de ces accélérations au contact suppose le calcul préalable des effets de l'élasticité de la transmission, calcul com-

---

([1]) *Journal de Mathématiques pures et appliquées,* dirigé par M. Jordan, p. 465; 1887.

plexe et qui ne saurait conduire à un résultat simple. Pour arriver à une formule pratique, il convient d'éviter ces déterminations théoriques difficiles, en ne tenant compte que d'une manière indirecte des actions élastiques, et l'on peut, dans ce but, ne faire intervenir que les accélérations moyennes au contact, calculées en supposant les pièces solides rigides et les liens flexibles inextensibles.

» Dans cet ordre d'idées, on exprime que le contact des dents en prise est convenablement assuré en écrivant que l'accélération du mouvement relatif en arrière pris par le pignon quand le contact cesse est constamment supérieure, non pas à l'accélération de la roue quand l'adhérence est supprimée, mais à l'accélération qu'elle prendrait si la résistance moyenne correspondant au travail normal continuait à peser sur elle.

» Si l'on désigne alors par n et ν les nombres de tours par minute du pignon et de l'arbre de la machine qui porte le volant; par λ la caractéristique cinématique de la transmission comptée sur le pignon et par Λ celle de la machine rapportée à l'arbre du volant; par $\mathfrak{N}$ la puissance de la machine, en chevaux, à l'indicateur; par F la force vive totale des masses mises en mouvement depuis le moteur jusqu'au pignon exclusivement; par $\frac{1}{k}$ la fraction de l'action tangentielle moyenne de la vapeur rapportée à la circonférence du volant et qui représente le minimum de cette action, on est ainsi conduit à l'inégalité

$$\frac{n}{\lambda} > \frac{\nu}{\Lambda} + 9000\left(1 - \frac{1}{k}\right)\frac{\mathfrak{N}}{F}.$$

» Telle est la règle simple à laquelle il suffit de satisfaire en pratique pour que, dans l'engrenage de jonction du moteur et des transmissions, les dents en prise ne cessent jamais d'être convenablement appuyées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse à une revendication de M.* L. Weiller. Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« D'après le résumé d'un Mémoire présenté à l'Académie dans sa séance du 21 janvier 1889, M. L. Weiller paraît revendiquer les principes énoncés dans ma Note du 31 décembre : *Sur la propagation du courant*, etc. (*Comptes*

rendus, t. CVII, p. 1146), ainsi que leur application systématique et la manière de les mettre en œuvre. Ces divers points feraient l'objet d'un brevet dont il a transmis le texte à l'Administration des Télégraphes et au Ministère de la Guerre.

» Je dois déclarer que j'avais connaissance de ce texte, auquel je n'ai *absolument rien* emprunté. En effet, dans son brevet, M. Weiller, sans donner aucun développement théorique ni la moindre indication numérique, se borne : 1° à rappeler, comme un fait connu, que l'inertie électromagnétique d'un circuit sert à *compenser* l'influence nuisible de la capacité électrostatique; 2° à préconiser en conséquence, pour les lignes télégraphiques et téléphoniques souterraines, l'emploi de conducteurs composés de cuivre et de fer dans une proportion qu'il laisse indéterminée (1).

» Sur ce dernier point, je n'ai rien à dire, puisque, dans ma Note du 31 décembre, je n'ai point préconisé ni même mentionné l'emploi de conducteurs spéciaux, soit pour la téléphonie, soit pour la télégraphie.

» Sur le premier point, je demande la permission de rappeler que, dans la séance de la Société internationale des Électriciens du 8 juin 1887 (t. IV, p. 313), j'ai montré, par des considérations théoriques et des exemples numériques, que sur nos lignes téléphoniques la self-induction détruit l'effet nuisible que produirait la capacité seule et joue ainsi un rôle utile, ce qui était bien loin d'être généralement admis à cette époque. M. Weiller a dû avoir connaissance de cette Communication, puisqu'il a pris part à la discussion qui était alors engagée devant la Société sur la téléphonie à grande distance (t. IV, p. 271; 4 mai). J'avais d'ailleurs annoncé déjà le même résultat dans le numéro des *Annales télégraphiques* de juillet-août 1886 (p. 322).

---

(1) Voici, du reste, le point essentiel du brevet :

« ... Je réalise cette compensation en combinant, pour former les conducteurs de ces câbles, des parties similaires en cuivre analogues à celles qui sont actuellement employées pour ces câbles et d'autres parties en fer ou en un métal magnétique. Cette combinaison peut se faire, soit en entourant le fer par le cuivre, soit en enveloppant le cuivre par le fer, que ces dispositions soient appliquées à l'ensemble des conducteurs ou à chacun des éléments intervenant dans sa composition, soit enfin en associant dans un circuit à fil de retour un conducteur de métal magnétique et un conducteur non magnétique.... »

» La formule $L = \frac{CR^2 l^2}{4}$, que M. Weiller oppose à la mienne, n'était point indiquée dans son brevet. Je ne puis la discuter, ne sachant pas d'où il l'a déduite.

» Je joins à cette Note une copie du brevet demandé par M. Weiller le 12 novembre 1888 et délivré le 20 décembre sous le n° 194060. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Rapport présenté au Gouvernement impérial du Brésil par le D[r] *Ferreira dos Santos* sur le traitement préventif de la rage par la méthode Pasteur. (Adressé par S. M. dom Pedro d'Alcantara.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard* 1888 (*e*), *faites à l'équatorial ouest du Jardin de l'Observatoire de Paris;* par M. **D. Eginitis**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1888-89.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite Astre — ✶.	Déclinaison Astre — ✶.
		m s	′ ″
Déc. 7........	Catalogue de Paris, n° 2166.	+2.24,38	−9.41,9
Janv. 3........	Catalogue de Paris, n° 382.	−2.57,87	+6. 8,4
4........	Id.	−4.40,90	+2.46,9
5........	Anonyme.	−1.30,92	−6.51,8
6........	Id.	−3. 4,23	−8.13,4
8........	Id.	−2.49,03	−5.34,1

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1888-89.	Ascension droite moy. 1888,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1888,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 7.....	1.39. 7,36	+2,62	−7.19.45,4	+9,2	Catalogue de Paris.
Janv. 3.....	0.17.20,61	−1,14	−7. 3.42,2	−6,6	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1888-89.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Déc. 7	11. 9.23,5	1.41.34,59	$\bar{1}$,399	−7.10. 6,0	0,858
Janv. 3	6.10.57,7	0.14.21,66	$\bar{2}$,934	−7. 9.52,0	0,867
4	6. 4. 4,0	0.12.38,59	$\bar{2}$,884	−7. 6.31,5	0,867
5	5.57.42,7	0.11. 1,52	$\bar{2}$,904	−7. 3. 1,9	0,867
6	5.48. 0,4	0. 9.27,70	$\bar{2}$,846	−7. 1.40,4	0,866
8	6.21.47,3	0. 6.26,28	$\bar{1}$,180	−6.52.14,6	0,864

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle planète découverte le 28 janvier 1889 à l'observatoire de Nice.* Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates. 1889.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janv. 28......	13.17.49	9.40.11,33	$\bar{2}$,344	78.13.27,1	$0,672_n$
29.....	9.52.23	9.39.27,46	$\bar{1},511_n$	78. 5.26,7	$0,708_n$

Remarque. — La planète est de 13ᵉ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'équation personnelle.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« La Note que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie a pour but de montrer que, entre des limites assez étendues, l'équation personnelle tient à un effet de diplopie aisément mesurable.

» On pratique au milieu d'un écran noir assez mince un petit trou rond d'un demi-millimètre de diamètre environ, on le place à la distance de la vue distincte ou un peu au delà, en le projetant en même temps sur un fond éclairé; on le regarde de l'un des yeux, l'autre restant fermé, et au bout de quelques instants on saisit le dédoublement plus ou moins complet de l'image du trou.

» Chez moi, ainsi que chez un grand nombre de personnes, ce dédoublement s'opère dans le sens horizontal, de gauche à droite pour l'œil droit, de droite à gauche pour l'œil gaucbe. Chez d'autres personnes, c'est

dans un sens vertical ou même incliné. Une seule, parmi celles qui ont essayé l'expérience (¹), ne s'en aperçoit aucunement. L'intensité de l'*image diplopique* est un peu moindre que celle de l'*image normale*.

» En faisant varier la distance de l'écran à l'œil et aussi, si besoin est, le diamètre du trou, on parvient à obtenir par tâtonnement la tangence des deux images. En désignant alors par D cette distance, par d le diamètre du trou, soit l'intervalle allant du centre du trou réel à celui du trou apparent, par e_p la moitié de l'angle que cet intervalle sous-tend, on a, en vertu de la petitesse de l'angle,

$$e_p = \frac{d}{2D}.$$

» Si l'on examine le trou à l'aide d'une loupe achromatique, le dédoublement disparaît par suite du rapprochement; mais, en y regardant attentivement, on s'aperçoit que l'un des bords de l'image est légèrement estompé. C'est évidemment de ce côté que se trouve l'image diplopique.

» Ces faits prouvent que le pointé d'un petit disque lumineux se fait non pas sur son centre, mais à droite ou à gauche, en haut ou en bas, selon le sens de la diplopie, l'œil visant tout naturellement le centre de l'ensemble que les deux images constituent. Il s'ensuit donc que la cause efficiente de l'équation personnelle proprement dite réside dans cet effet physiologique, ou du moins que celui-ci y joue un rôle prépondérant.

» Supposons maintenant qu'un œil droit affecté de diplopie horizontale de gauche à droite regarde, à travers la lunette armée d'oculaire inverse, une étoile équatoriale. Pour le centre optique de l'objectif, la vitesse angulaire de l'astre est de $15''$ par seconde; pour l'œil, elle est de $15'' \times g$, g désignant le grossissement employé; la déviation physiologique e_p exigera donc un temps $\frac{e_p}{15'' g}$; enfin, pour une étoile ayant une déclinaison δ, le temps E_p aura en général pour expression

$$E_p = \pm \frac{e_p}{15'' g \cos\delta}.$$

E_p mesure donc l'équation personnelle absolue. Celle-ci est, ainsi qu'on

---

(¹) Elles sont au nombre de 26, parmi lesquelles je citerai MM. Jofre et Aguilera, commandants de l'État-Major, Hidalgo, Garcia, J. Miquel, officiers au même corps, M. Miquel, capitaine du Génie, le Dʳ Boned, médecin à l'hôpital de Valence.

le voit, fonction de la déclinaison et de l'inverse du grossissement. Il convient de faire remarquer toutefois que l'influence du grossissement ne doit se faire sentir que jusqu'à une certaine limite, qui dépend de l'ouverture de l'objectif; car, dès que le diamètre apparent du disque de l'étoile grandit au delà de cette limite, l'estime de la position de son centre devient pratiquement indépendante de la déviation physiologique.

» Pour l'œil et l'oculaire dont il s'agit, le signe — se rapporte au mouvement de droite à gauche à travers le champ, partant aux étoiles passant au méridien entre l'horizon sud et le zénith, entre l'horizon nord et le pôle; le signe +, aux étoiles passant entre le pôle et le zénith.

» L'expérience du trou me donne $e_p = 1'34''$; par suite, en employant un grossissement de 55 fois, j'ai, pour ζ Vierge, γ Céphée, α Petite Ourse, respectivement $E_p = 0^s,11$, $0^s,51$, $5^s,04$, nombres qui s'accordent, à quelques centièmes près, avec ceux que j'obtiens depuis quelques années, dans la méthode ordinaire, en me servant d'une lunette méridienne grossissant 55 fois.

» Envisagée au point de vue qui vient d'être exposé, l'équation personnelle permet d'expliquer des faits comme les suivants, dont la cause semblait fort obscure. D'après Fœrster et Littrow, le sens du mouvement de l'étoile a une influence marquée sur la grandeur de l'équation personnelle, et M. Flammarion a fait remarquer que l'œil ne juge pas de la même façon les lignes inclinées et les lignes verticales ou horizontales. En examinant les faits signalés par M. Rayet dans son intéressante Note sur les erreurs accidentelles des observations de passage (¹), on est frappé d'y découvrir le rôle que joue, dans ce genre de recherches, la déviation e_p.

» Je n'ai plus à ajouter que l'emploi de l'oculaire coudé permet de s'affranchir presque totalement de la susdite déviation. »

GÉOMÉTRIE. — *Extension du problème d'Euler sur l'équation $ds^2 = dx^2 + dy^2$, au cas d'une surface quelconque.* Note de M. G. **Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« 1. Monge (²) a appris à intégrer les équations différentielles du premier ordre entre trois variables u, v, s

$$f(u, v, s, du, dv, ds) = 0. \tag{1}$$

(¹) *Comptes rendus*, 18 juin 1888.

(²) Monge, *Supplément où l'on fait voir que les équations aux différences*

» On considère à cet effet la forme homogène en ξ, η, ζ, $F(u, v, s, \xi, \eta, \zeta)$, réciproque de la forme f des différentielles du, dv, ds, et l'on prend une solution complète

$$V(u, v, s, a, b) = 0$$

de l'équation aux dérivées partielles

$$F\left(u, v, s, \frac{\partial s}{\partial u}, \frac{\partial s}{\partial v}, 1\right) = 0; \tag{2}$$

on pose $b = f(a)$, fonction arbitraire de a, et l'on écrit les équations

$$V = 0, \qquad \frac{dV}{da} = 0, \qquad \frac{d^2 V}{da^2} = 0; \tag{3}$$

on en tire u, v, s en fonction du paramètre a, de la fonction arbitraire $f(a)$ et de ses dérivées $f'(a)$, $f''(a)$.

» Ces expressions de u, v, s sont les plus générales qui vérifient l'équation (1).

» Il y a toutefois exception pour les caractéristiques de (2); pour ces solutions, les formules (3) tombent en défaut; mais on a alors les équations suivantes

$$V = 0, \qquad \frac{\partial V}{\partial a} + c\frac{\partial V}{\partial b} = 0, \tag{4}$$

où a, b, c restent constants pour chacune de ces solutions singulières.

» 2. Cette méthode va nous permettre de traiter le problème suivant, qui est une généralisation du problème d'Euler sur l'équation

$$ds^2 = dx^2 + dy^2;$$

ce problème s'énonce ainsi :

» *On donne une surface dont le ds^2 s'exprime par la formule*

$$ds^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2; \tag{5}$$

trouver pour u, v, s des expressions en fonction d'un paramètre, de façon à vérifier de la manière la plus générale l'équation (5).

---

ordinaires pour lesquelles les conditions d'intégrabilité ne sont pas satisfaites sont susceptibles d'une véritable intégration (*Mém. de l'Acad. des Sc.*, 1784.) — S. Lie, *Ueber Complexe* (*Math. Annalen*, t. V.). — Darboux, *Mémoire sur les solutions singulières* (*Savants étrangers*, t. XXVII, p. 29 et *passim*).

» L'équation aux dérivées partielles du groupe n'est autre ici que

$$(6)\qquad \frac{E\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)^2 - 2F\frac{\partial s}{\partial u}\frac{\partial s}{\partial v} + G\left(\frac{\partial s}{\partial u}\right)^2}{EG - F^2} = \Delta(s) = 1,$$

où a, b, c restent constants pour une même géodésique.

» On tombe donc sur l'équation aux dérivées partielles dont Gauss fait dépendre le problème des géodésiques. Soit $U(u, v, a)$ une solution complète de (6); on aura, pour équation intégrale complète $V = 0$,

$$(7)\qquad V = -s + b + U(u, v, a) = 0,$$

où b est une seconde constante. Le système des équations (3) s'obtiendra donc en posant $b = f(a)$, et adjoignant à (7) les équations

$$(8)\qquad \frac{\partial U}{\partial a} + f'(a) = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial a^2} + f''(a) = 0.$$

» Des équations (8), on tirera u, v en fonction de a, et en portant ces valeurs dans (7), on aura s en fonction de a. Telle sera la solution générale du problème d'Euler étendu à une surface quelconque.

» Il y a cependant exception pour les géodésiques, car ces lignes correspondent justement aux caractéristiques de l'équation aux dérivées partielles. Les formules (7) et (8) ne peuvent donc pas donner ces lignes [1]; mais pour elles on a les formules (4), qui deviennent ici

$$s = b + U(u, v, a), \qquad \frac{\partial U}{\partial a} + c = 0.$$

» En somme, on le voit, le problème d'Euler est subordonné à la détermination de la fonction U, ce qui permet d'énoncer cette proposition :

» *La solution du problème d'Euler et la détermination des géodésiques sont deux questions identiques.*

» Dès que l'on connaîtra ces lignes, sans intégration ni quadrature, les formules (7) et (8) ne contiendront non plus aucun de ces symboles : tel sera le cas des surfaces à courbure constante par exemple.

» Dans le cas du plan, cette méthode coïncide avec celle que M. Darboux

---

[1] Les formules d'Euler ne donnent pas les droites du plan, bien qu'elles puissent donner toutes les *courbes* du plan.

a fait connaître dans son Livre *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces*. Elle repose, dans tous les cas, sur la détermination d'une solution complète de l'équation de Jacobi [1]. »

MÉCANIQUE. — *De l'homographie en Mécanique*. Note de M. **Appell**, présentée par M. Darboux.

« La méthode de transformation des figures par projection centrale, qui joue un rôle si important en Géométrie, peut être également employée en Mécanique.

» 1. Prenons le cas le plus simple et considérons, dans un plan fixe xOy, un point matériel de masse 1 sollicité par une force F dont les projections X et Y sont des fonctions des seules coordonnées x et y du point; les équations du mouvement seront

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \mathrm{X}, \qquad \frac{d^2 y}{dt^2} = \mathrm{Y}. \tag{1}$$

Supposons que l'on ait trouvé des expressions de x et y en fonction de t vérifiant ces équations, et faisons la transformation homographique définie par les formules

$$x_1 = \frac{ax + by + c}{a''x + b''y + c''}, \qquad y_1 = \frac{a'x + b'y + c'}{a''x + b''y + c''}, \tag{2}$$

en remplaçant en même temps la variable indépendante t par une autre variable t_1 liée à t par la relation

$$k\,dt_1 = \frac{dt}{(a''x + b''y + c'')^2}, \tag{3}$$

où k désigne une constante différente de zéro. Le déterminant

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ a' & b' & c' \\ a'' & b'' & c'' \end{vmatrix}$$

étant supposé différent de zéro, nous appellerons A, B, C, A′, B′, C′ les

---

[1] M. Darboux a traité le cas d'un espace linéaire quelconque dans le *Journal de Mathématiques* de 1887.

coefficients respectifs de a, b, c, a', b', c' dans le développement de ce déterminant; ainsi

$$A = b'c'' - c'b'', \qquad B = c'a'' - a'c'', \qquad \ldots.$$

Cela posé, un calcul facile montre que les équations du mouvement (1) prennent la forme

$$(4) \qquad \frac{d^2x_1}{dt_1^2} = X_1, \qquad \frac{d^2y_1}{dt_1^2} = Y_1,$$

où l'on désigne par X_1 et Y_1 les expressions

$$(5) \quad \begin{cases} X_1 = k^2(a''x + b''y + c'')^2[C'(xY - yX) + B'X - A'Y], \\ Y_1 = k^2(a''x + b''y + c'')^2[-C\,(xY - yX) - BX + AY] \end{cases}$$

qui, à l'aide des formules (2) définissant la transformation, peuvent être exprimées en fonction de x_1 et y_1. D'après les équations (4), le point (x_1, y_1) se meut dans le temps t_1 comme un point de masse 1 sollicité par une force F_1 dont les projections X_1 et Y_1 dépendent seulement des coordonnées x_1 et y_1 du point. *Donc, toutes les fois que l'on saura trouver le mouvement d'un point (x, y) sous l'action d'une force* F *dépendant seulement de la position du mobile, on en déduira par la transformation précédente le mouvement d'un autre point (x_1, y_1) sollicité par une force* F_1 *dépendant seulement de la position du mobile; la trajectoire du second point sera la transformée homographique de la trajectoire du premier.* Lorsque la force F est centrale, la force F_1 l'est aussi et réciproquement. Dans ce dernier cas, on retrouve, en particularisant certaines des constantes a, b, c, a', b', c', a'', b'', c'', deux transformations que M. Halphen a indiquées [1], pour conclure des lois de force bien connues (attraction proportionnelle à la distance ou inversement proportionnelle au carré de la distance), les lois de force signalées par MM. Darboux et Halphen [2] comme étant les plus générales qui font décrire à leur point d'application une conique, quelles que soient les conditions initiales.

» 2. Le succès de la transformation homographique que nous venons d'effectuer conduit à essayer, comme en Géométrie, des transformations

---

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, 7e série, t. I, p. 89.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXIV.

plus générales obtenues en posant

$$x_1 = \varphi(x, y), \qquad y_1 = \psi(x, y)$$

et en faisant le changement de variable indépendante

$$dt_1 = \lambda(x, y)\, dt,$$

φ, ψ et λ désignant des fonctions des coordonnées x et y. Les équations (1) du mouvement prennent alors la forme (4); mais, si l'on s'impose la condition que *la nouvelle force* F_1 *dépende seulement de la position du mobile* (x_1, y_1) *quelle que soit la force* F, on trouve que *la seule transformation réalisant cette condition est la transformation homographique* effectuée plus haut.

» Si la force F, tout en ne dépendant que de la position de son point d'application, est assujettie à des conditions particulières, comme celle de passer par un point fixe, il peut exister d'autres transformations de la forme indiquée réalisant la condition précédente.

» 3. Ces considérations peuvent être étendues au mouvement d'un point dans l'espace et même au mouvement de plusieurs points, à condition de faire, dans ce dernier cas, une transformation homographique générale contenant à la fois les coordonnées de tous les points. »

MÉCANIQUE. — *Sur une réduction du problème des n corps qui conserve* $\frac{n}{2}$ *ou* $\frac{n-1}{2}$ *distances mutuelles.* Note de M. **Andrade**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Depuis les travaux de Jacobi, de MM. Bertrand, Bour et Radau, on sait, dans le problème des n corps, utiliser les intégrales relatives au mouvement du centre de gravité pour ramener le problème à un problème similaire sur $n - 1$ corps, tout en conservant les intégrales des aires et celle des forces vives : la fonction des forces seule se modifiant.

» En rapportant le mouvement au centre de gravité, comme le fait M. Maurice Lévy dans son Cours du Collège de France, la transformation dont il s'agit revient à la réduction de la forme quadratique

$$(1) \qquad m_0 x_0^2 + m_1 x_1^2 + \ldots + m_{n-1} x_{n-1}^2$$

en une somme de $n - 1$ carrés, en ayant égard à la relation

$$m_0 x_0 + m_1 x_1 + \ldots + m_{n-1} x_{n-1} = 0. \tag{2}$$

» Cette réduction comporte naturellement une très grande indétermination; deux procédés sont particulièrement remarquables, celui de Jacobi et un autre dû à M. Radau. Celui de Jacobi a l'avantage de conserver, dans le système réduit, la distance mutuelle de deux des corps du système primitif.

» M. Maurice Lévy ayant proposé à ses auditeurs de rechercher des transformations analogues, mais conservant le plus de distances mutuelles qu'il est possible : savoir $\frac{n}{2}$ ou $\frac{n-1}{2}$ suivant la parité du nombre n des corps, j'ai été conduit à la transformation suivante :

» J'associe tous les corps du système par couples distincts

$$\begin{gathered} m_i \text{ avec } m_j, \\ m_{i'} \text{ avec } m_{j'}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots, \end{gathered}$$

l'une des masses m_0 restant alors isolée si le nombre des corps est impair.

» Il nous suffira alors, dans les formules suivantes, d'effacer les termes affectés de l'indice zéro, si le nombre des corps est pair. Pour introduire les coordonnées des distances mutuelles $m_i m_j$, $m_{i'} m_{j'}$, ..., je pose

$$\left\{\begin{aligned} x_i &= x_j + \xi_i, \\ x_{i'} &= x_{j'} + \xi_{i'}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}\right. \tag{3}$$

$$\left\{\begin{aligned} u_j &= x_j + \frac{m_i}{m_i + m_j}\xi_i, \\ u_{j'} &- x_{j'} + \frac{m_{i'}}{m_{i'} + m_{j'}}\xi_{i'}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}\right. \tag{4}$$

$$\left\{\begin{aligned} \mu_j &= m_i + m_j, \\ \mu_{j'} &= m_{i'} + m_{j'}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}\right. \tag{5}$$

$$\left\{\begin{aligned} \mu_i &= \frac{m_i m_j}{m_i + m_j}, \\ \mu_{i'} &= \frac{m_{i'} m_{j'}}{m_{i'} + m_j}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right. \tag{6}$$

» Ces substitutions s'obtiennent en suivant la marche qui a servi à M. Lévy pour simplifier extrêmement l'exposition de la transformation de Jacobi.

» Par ces substitutions, nous avons les identités suivantes :

$$(7)\qquad m_0 x_0^2 + \Sigma_j \mu_j u_j^2 + \Sigma_i \mu_i \xi_i^2 = m_0 x_0^2 + \Sigma_j m_j x_j^2 + \Sigma_i m_i x_i^2,$$

$$(8)\qquad m_0 x_0 + \Sigma_j \mu_j u_j = m_0 x_0 + \Sigma_j m_j x_j + \Sigma_i m_i x_i.$$

» Ces identités montrent que, si l'on fait sur les $(x_0, u_j, \ldots, m_0, \mu_j)$ la transformation de M. Radau, celle de Jacobi, ou toute autre analogue, les variables ξ_i resteront intactes et nous aurons bien ainsi conservé les distances mutuelles dont les ξ_i sont les projections.

» L'interprétation des u_j est évidente, et elle nous permet d'énoncer le théorème suivant :

» *Si l'on répartit le système des n corps ou une portion en couples distincts tels que* (m_i, m_j) *et que l'on considère le centre de gravité* G_{ij} *de chacun de ces couples, puis qu'on applique aux corps restants et à ces centres de gravité la réduction de Jacobi ou toute autre équivalente, ce qui donne un système* S, *puis qu'enfin, par l'origine* Ω *du système de coordonnées ainsi obtenu on mène un rayon vecteur* $\Omega\Pi_i$ *représentant en grandeur, direction et sens, la distance qui va de* m_j *à* m_i, *le point* Π_i *ayant une masse* $\mu_i = \frac{m_i m_j}{m_i + m_j}$, *le système* S *complété par les corps* Π_i *est un système de* $n-1$ *corps qui pourra remplacer le système donné; et, en laissant au plus un corps isolé, on conserve* $\frac{n}{2}$ *ou* $\frac{n-1}{2}$ *distances mutuelles primitives.* »

PHYSIQUE. — *Compressibilité du mercure et élasticité du verre.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Dans ma Communication du 15 octobre dernier, j'ai fait connaître les résultats auxquels j'étais arrivé en étudiant l'élasticité du cristal dans des piézomètres cylindriques de cette substance chargés de mercure; il ne restait plus qu'à comprimer ces cylindres par l'intérieur et par l'extérieur simultanément pour obtenir le coefficient de compressibilité apparente, et par suite le coefficient de compressibilité absolue du liquide.

» J'ai pensé qu'il serait intéressant de répéter un ensemble d'expé-

riences analogues avec des cylindres de verre, afin de pouvoir comparer les résultats obtenus pour le mercure dans ces deux substances.

» J'ai opéré avec trois cylindres de verre de 1^m de longueur, qui, comme ceux de cristal, ont été étirés spécialement dans ce but à la cristallerie Guilbert-Martin, de Saint-Denis.

» La méthode suivie pour l'étude du verre étant exactement la même que celle que j'ai déjà décrite à propos du cristal, je n'ai pas à y revenir; pour obtenir la compression simultanée par l'intérieur et par l'extérieur, j'ai adopté un dispositif simple, qui sera décrit dans un Mémoire spécial. Voici le Tableau résumant l'ensemble de mes résultats :

		Cristal et verre. Coefficients			Mercure. Coefficients	
	Numéros des cylindres.	de Poisson.	d'allongement.	de compressibilité cubique.	de compressibilité apparente.	de compressibilité absolue.
Verre	1.....	0,2476	0,000001434	0,000002202	0,000001696	0,000003898
	2.....	0,2450	0,000001437	0,000002200	0,000001680	0,000003880
	3.....	0,2428	0,000001419	0,000002190	0,000001744	0,000003934
	Moy.	0,2451	0,000001430	0,000002181	0,000001707	0,000003904
Cristal	1.....	0,2538	0,000001604	0,000002369	0,000001547	0,000003916
	2.....	0,2481	0,000001603	0,000002423	0,000001502	0,000003925
	3.....	0,2534	0,000001624	0,000002403	0,000001470	0,000003937
	4.....	0,2443	0,000001580	0,000002424	0,000001530	0,000003954
	Moy.	0,2499	0,000001602	0,000002405	0,000001512	0,000003933
			Moyenne générale pour le mercure.....			0,000003918

» 1° *Élasticité du verre.* — On remarquera que pour le verre, de même que pour le cristal, le coefficient de Poisson est très peu différent du nombre 0,25 assigné par la théorie comme caractéristique des vrais solides isotropes.

» Dans un travail très intéressant, de très peu postérieur à ma première Note sur ce sujet, M. le professeur M. Cautone, de Palerme, arrive à un résultat analogue; il trouve, avec quatre cylindres de verre, les nombres suivants :

0,246, 0,261, 0,264, 0,256; Moyenne : 0,257.

» La méthode suivie par M. Cautone consiste à combiner une expérience par pression extérieure avec une seconde expérience par pression inté-

rieure, dans laquelle il mesure l'allongement du cylindre par la méthode de M. Fizeau (*R. C. Ac. dei Lincei,* 18 mars 1888).

» L'accord de ces résultats entre eux et avec ceux de M. Cornu ne permet plus de douter des causes d'erreur qui ont faussé les résultats de Wertheim, notamment de celles indiquées dans le travail même de M. Cornu ; les expériences de M. Voigt conduiraient pour le verre français à un résultat un peu plus faible, qui, par conséquent, serait encore plus en désaccord avec ceux de Wertheim.

» Je reviendrai très prochainement sur ce point en faisant connaître les résultats auxquels je viens d'arriver en étudiant un certain nombre de métaux.

» En partant du nombre que j'ai trouvé pour la compressibilité du mercure, j'ai déterminé le coefficient des cylindres de verre qui ont servi à mes expériences sur les liquides et les gaz, dont j'ai donné jusqu'ici seulement les compressibilités apparentes ; j'ai obtenu les résultats suivants :

Verre des expériences sur les liquides.				*Verre des expériences sur les gaz.*	
Numéros des tubes.		Numéros des tubes.		Numéros des tubes.	
1....	0,00000217	4....	0,00000221	1............	0,00000230
2....	0,00000219	5....	0,00000222	2............	0,00000228
3....	0,00000223				

» Soit 0,0000022 pour les expériences sur les liquides et 0,0000023 pour celles sur les gaz.

» Tous ces résultats sont relatifs à des pressions qui n'ont pas dépassé 50^{atm} ; mais j'espère pouvoir arriver, au moyen d'une méthode toute différente, que j'étudie actuellement, à déterminer ces coefficients sous des pressions extrêmement fortes.

» *Compressibilité du mercure.* — Les nombres donnés jusqu'ici varient du simple au double. Regnault a donné comme valeur approchée du coefficient de compressibilité le nombre 0,000003517 (*Relat. des exp.*, t. I, p. 462).

Grassi, après les expériences de Wertheim, a corrigé ce nombre et l'a réduit à 0,00000295 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXI).

» MM. Amaury et Descamps, opérant suivant une méthode indiquée par Jamin, sont arrivés à 0,00000187 (*Comptes rendus,* 28 juin 1869).

» Récemment M. le professeur Tait a obtenu 0,0000036 (*Voyage of Challenger*, Part 4).

» Le nombre de MM. Amaury et Descamps qui s'écarte tant des autres est le résultat d'expériences faites avec soin; malheureusement la méthode est notoirement inexacte. Elle suppose en effet que la variation de volume des parois d'un piézomètre comprimé par l'intérieur est négligeable, tandis qu'en réalité elle est du même ordre de grandeur que la correction qu'il s'agit d'effectuer; on peut s'en assurer facilement au moyen des formules générales de l'élasticité; c'est du reste ce qui a été fait par M. Guillaume dans sa Communication du 13 décembre 1886.

» M. Tait a également montré par l'expérience que non seulement le résultat de MM. Amaury et Descamps, mais aussi celui de Grassi, sont certainement trop faibles (*loc. cit.*).

» M. Guillaume a fait subir aux résultats de MM. Amaury et Descamps la correction la plus probable d'après l'ensemble des données que la Science possède; il a été conduit au nombre 0,0000039, la pression étant estimée en mégadynes (*Archives de Genève*, mars 1887). Ce résultat est pour ainsi dire identique à celui auquel je viens d'arriver.

» Le résultat de M. Tait est plus faible que le mien, mais il est donné comme devant être un peu trop faible, d'après la méthode même qui l'a fourni; d'autre part, tandis que, dans les expériences que je viens de faire, je n'ai pas dépassé 50^{atm}, M. Tait a opéré jusqu'à 450^{atm}, ce qui n'a pu que diminuer la compressibilité moyenne du mercure; en tenant compte de ces observations, le résultat de M. Tait et le mien peuvent être considérés comme concordants. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électromètre capillaire et les électrodes à gouttes de mercure.* Note de M. **James Moser**, présentée par M. Lippmann.

« En s'appuyant sur les phénomènes électrocapillaires développés par M. Lippmann dans son Mémoire de 1875, M. von Helmholtz [1] en a tiré la conclusion suivante :

» Si une masse isolée de mercure s'écoule rapidement en gouttelettes par une pointe d'entonnoir, laquelle se trouve au sein d'un électrolyte, il n'y a pas de différence électrique entre celui-ci et le mercure de l'entonnoir.

» Par conséquent nous sommes en possession d'un moyen de déterminer

(1) Helmholtz, *Abhandlungen*, t. I, p. 936; 1881.

le niveau de potentiel d'un électrolyte, en y introduisant une électrode de mercure à écoulement. Cette électrode est formée par un petit tube capillaire de verre, de la pointe duquel le mercure s'échappe en gouttelettes directement dans l'électrolyte. Au moyen de ces électrodes j'ai décomposé en leurs éléments les forces électromotrices totales de plusieurs piles.

» C'est ainsi qu'en employant la méthode de compensation (avec un galvanomètre ou un électromètre, cela est indifférent) on trouve pour la force totale du daniell $1^{volt},06$ [1].

Si nous remplaçons dans cet arrangement le daniell successivement par les trois combinaisons suivantes, nous en obtiendrons les différences électriques :

	volt
1° Zn | $ZnSO^4$ | gouttes de mercure.................	→1,09
2° Zn | $ZnSO^4$ | $CuSO^4$ | gouttes de mercure.........	→1,28
3° Cu | $CuSO^4$ | gouttes de mercure................	→0,22

» En retranchant la troisième différence de la deuxième, nous retrouvons par le calcul $1^{volt},06$, d'accord avec l'observation directe.

» De même l'analyse d'un élément Latimer-Clark, dont la force électromotrice totale était observée à $1^{volt},43$, donnait :

1° Zn | $ZnSO^4$ | gouttes de mercure..............	→$1^{volt},07$
2° Hg | $HgSO^4$ | $ZnSO^4$ | gouttes de mercure......	←$0^{volt},36$

dont l'addition $1,07 + 0,36 = 1,43$ correspond à l'observation directe.

» A mon instigation, M. Julius Miesler [2], après avoir confirmé ces chiffres, tout en se servant d'autres électrodes, a continué ces recherches; M. Pellat [3] a également reconnu l'exactitude numérique de mes résultats.

» Mais cette exactitude a été depuis mise en doute par M. Ostwald [4], qui, avant moi, s'était servi de ces électrodes pour décomposer la force électromotrice de 1 daniell sur un élément. M. Ostwald trouve des valeurs qui diffèrent de mes observations de $0^{volt},3$ - $0^{volt},4$. Cette différence provient d'une erreur commise par cet auteur dans la conception de la théorie de l'électromètre capillaire dont il se sert pour la correction de ses électrodes à mercure.

---

(1) MOSER, *Anzeiger de l'Académie de Vienne;* juillet 1887.
(2) MIESLER, *Berichte de l'Acad. de Vienne,* nov. et déc. 1887.
(3) PELLAT, *Journal de Physique,* déc. 1888.
(4) OSTWALD, *Phil. Mag.*, 1886; *Zeitschrift f. physikal. Chemie,* 1887.

» M. Lippmann [1] a démontré la loi : *La constante capillaire à la surface de séparation du mercure et de l'acide sulfurique étendu est fonction de la différence électrique qui a lieu à cette surface.*

» M. Lippmann exprime cette loi par la formule (p. 509)

$$A = f(x).$$

» C'est cette formule que M. Ostwald a mal interprétée, car, dans cette formule de M. Lippmann (p. 508),

$$x = e + x_0.$$

e signifie la force compensatrice extérieure et x_0 la différence de potentiel à la grande surface de contact acide-mercure; tandis que x est celle à la surface de contact dans la capillaire.

» Suivant M. Lippmann, A croît jusqu'à un maximum, qui a lieu pour $e = 0^{\text{dll}},9$ (p. 508).

» Or, en disant dans le *Zeitschrift* (vol. I, p. 589) : « Par conséquent, » la différence de potentiel mercure-acide sulfurique normal s'élève à » $0^{\text{volt}},862$ », M. Ostwald confond la valeur de e avec celle de x en négligeant x_0.

» J'ai déterminé la valeur de x_0 au moyen d'une électrode à mercure; elle s'élève à $0^{\text{volt}},4$. Telle est la grandeur dont M. Ostwald a jugé ne pas devoir tenir compte, et dont il a cru expliquer l'apparition par un état défectueux des électrodes. Il a essayé de modifier ses électrodes de manière à la faire disparaître : il n'aboutit ainsi qu'à produire une erreur expérimentale égale et de signe contraire à l'erreur théorique qu'il avait commise. »

CHIMIE. — *Sur quelques réactions des chlorures ammoniés de mercure.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« On sait que l'étude de la précipitation du bichlorure de mercure par l'ammoniaque a été l'objet de très nombreux travaux, de la part de Kane et de Millon principalement. Les composés ammoniés d'une allure spéciale qui se forment alors sont assez difficiles à définir : ils sont amorphes et

---

(1) Lippmann, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 494; 1875.

fréquemment mélangés, ainsi que je vais l'indiquer; on ne connaît pas de méthode pour les séparer. Je me propose de montrer que la précipitation faite seulement *à froid* des deux corps précédemment mentionnés conduit à une série de composés quelquefois très compliqués et qui ne sont le plus souvent qu'un mélange en proportions variables du chlorure de mercuriammonium ou chloramidure de Kane et de Millon AzH^2HgCl et du chlorure de dimercuriammonium $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ de Millon. Je ferai voir que cette complexité tient à l'action que l'eau en excès exerce sur le chloramidure avec production partielle de chlorure de dimercuriammonium; cette action de l'eau, indiquée mais non définie par Millon, s'observe plus aisément quand on fait usage de liqueurs titrées dont on mélange des volumes connus. Il existe, en outre, une action inverse de celle de l'eau : c'est celle du chlorhydrate d'ammoniaque qui, agissant sur le chlorure de dimercuriammonium, tend à reproduire le chloramidure. J'écarte à dessein l'action de l'eau bouillante sur ces précipités pour éviter des complications nouvelles, un autre composé plus riche en mercure pouvant alors prendre naissance (le chlorure d'oxytrimercuriammonium). En effet, en présence de solutions froides, les réactions se passent presque exclusivement entre les deux chlorures ammoniés susmentionnés.

» Les solutions que j'ai employées sont : pour le bichlorure de mercure de $\frac{1}{8}$ de molécule, soit $33^{gr},875 = 1^{lit}$, et pour l'ammoniaque $4^{gr},25 = 1^{lit}$.

» I. Que l'on verse à froid 1 volume (200^{cc} par exemple) de la solution de sublimé dans 1 volume de la solution ammoniacale suivant l'équation bien connue $2AzH^3 + HgCl^2 = AzH^4Cl + AzH^2HgCl$; que l'on filtre au bout d'un temps variant de quelques heures à plusieurs jours et que l'on analyse le précipité lavé avec un peu d'eau, puis séché à 110° (1), on ne trouvera pas à ce précipité la formule exacte indiquée par l'équation précédente. Le dosage du mercure dépasse le nombre théorique (79,52 pour 100) de 1 et quelquefois 2 unités pour 100 : il est donc survenu un changement assez profond dans la composition de ce corps (2), changement qui résulte

(1) C'est Kane qui, le premier, a montré que ce composé, exempt d'oxygène, est altérable par l'eau froide (*Ann. Pharm.*, t. **18**, p. 135); on trouve déjà dans un Mémoire bien antérieur de Mitscherlich la mention de cette altérabilité (*Poggend. Ann.*, t. **16**, p. 45).

(2) Au bout d'une heure, par exemple, le précipité contenait $Hg = 80,59$; $Az = 4,75$ pour 100; au bout de 12 jours, $Hg = 81,53 - 81,42$, $Az = 4,44$ pour 100, la théorie, pour $AzH^2.HgCl$ exigeant : $Hg = 79,52$, $Az = 5,57$.

uniquement de l'action de l'eau; car, en suivant le mode de préparation indiqué par Millon, et qui consiste à verser le sublimé dans un très grand excès d'ammoniaque en solution suffisamment concentrée, à laver aussitôt le précipité par décantation avec un peu d'eau froide et à le sécher à l'étuve, on obtient le chloramidure très pur, l'eau, par un contact rapide, n'agissant pas d'une manière décomposante sur le chloramidure ([1]). Mais si la solution ammoniacale est étendue, l'action décomposante de l'eau se fait immédiatement sentir, ainsi que je vais le préciser par plusieurs expériences. De même, si le lavage se prolonge, ainsi que Kane l'avait déjà vu, le chloramidure se change partiellement en chlorure de dimercuriammonium : $2AzH^2.HgCl + H^2O = AzH^4Cl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$. On est d'ailleurs facilement averti de la présence de ce dernier chlorure dans le précipité séché à 110°. Il suffit de chauffer celui-ci dans un petit tube, il se dégage alors de l'eau, ce que ne peut donner le chloramidure seul. Cette eau fait partie intégrante de la molécule du chlorure de dimercuriammonium; elle n'y préexiste pas et ne se dégage que par suite de la destruction du composé à haute température.

» II. Si l'on se reporte aux analyses que j'ai données précédemment en note, on voit que, pour une molécule de chloramidure, le premier corps contient sensiblement $\frac{1}{9}$ de molécule de chlorure de dimercuriammonium et le second $\frac{1}{4}$ de molécule. Au lieu d'employer volumes égaux de chaque solution, mettons un excès de la solution ammoniacale, par exemple dans le rapport $HgCl^2 + 6AzH^3$, filtrons au bout de plusieurs heures, lavons le précipité et séchons-le à 110°. L'analyse nous montre dans ce cas une proportion croissante de chlorure de dimercuriammonium; elle cadre assez bien avec la formule à molécules égales : $AzH^2HgCl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$. Continuons l'addition d'ammoniaque et ajoutons-la dans le rapport $HgCl^2 + 10AzH^3$. Alors le chloramidure a disparu et seul le chlorure $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ a pris naissance.

» III. Un excès de sublimé n'a pas d'influence sur la nature du précipité. Que l'on verse, par exemple, 3^{vol} $HgCl^2$ dans 2^{vol} d'ammoniaque, le précipité, filtré au bout de plusieurs heures, renfermera sensiblement pour 1^{mol}

([1]) Millon (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XVIII, p. 419) pense qu'on peut laver ce précipité indéfiniment à l'eau froide sans l'altérer. Préparé de la façon indiquée par lui, le chloramidure s'altère quand on le lave à l'excès : en lavant avec 40^{lit} d'eau un précipité d'une centaine de grammes, j'ai obtenu, après dessiccation, une teneur en mercure de 84 pour 100.

de chloramidure $\frac{1}{4}$ de molécule de chlorure de dimercuriammonium. Mais si, après avoir décanté le liquide dans l'opération précédente, on ajoute 4^{vol} AzH^3, qu'on agite et qu'on filtre après vingt-quatre heures, le précipité sera bien différent et répondra à la formule $AzH^2HgCl + 2AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$.

» Je continuerai ce sujet et je montrerai prochainement les actions comparées de l'ammoniaque étendue et de l'eau seule, ainsi que l'action inverse du chlorhydrate d'ammoniaque. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du zinc et du nickel.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« J'ai fait voir, dans une Note précédente [1] : 1° que, par l'hydrogène sulfuré, l'on pouvait précipiter *complètement* le zinc de ses dissolutions salines lorsqu'elles étaient étendues; 2° que si, à la solution d'un poids donné de sulfate de ce métal, on ajoute de l'acide sulfurique, le poids d'acide libre nécessaire pour annuler l'action du gaz sulfhydrique décroît ou augmente avec le volume du solvant.

» Puisque, pour une liqueur donnée de sulfate de zinc acide, le phénomène varie avec le degré de dilution, il m'a paru utile de rechercher si l'on ne pouvait obtenir la séparation complète du métal, en ramenant le volume liquide à ce qu'il devrait être pour un poids de sel neutre contenant un poids d'acide égal à la somme de ceux de l'acide libre et de celui en combinaison. L'expérience a confirmé l'exactitude de ce principe.

» Je remarquerai toutefois que, si le fait est vrai, même dans le cas où l'acide libre est en très grand excès, son application devient cependant difficile, parce que la précipitation totale du zinc se fait d'autant plus lentement que les conditions du milieu sont plus différentes de celles obtenues en partant du sel neutre, puisque le sulfure formé intervient dans la réaction sur le sulfate non décomposé.

» Mais si le poids de l'acide libre n'est pas supérieur de cinq à six fois à celui en combinaison dans le sel, la méthode est applicable. Ainsi $0^{gr},060$ de sulfate neutre dissous dans 200^{cc} d'eau renfermant $0^{gr},270$ de SO^3 (soit neuf fois le poids de l'acide du sel) sont presque complètement décomposés au bout de huit heures, si la liqueur a été saturée d'hydrogène sulfuré; les eaux ne retenaient plus que $0^{gr},0015$ de $ZnSO^4$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1148

» Quant à l'acide acétique, si on l'ajoute à une solution de sel de zinc neutre, il n'exerce aucune action semblable. Tout se passe comme si l'on opérait en liqueur neutre ; et même, dans le cas où le liquide de dissolution renferme de 20 à 25 pour 100 d'acide acétique réel, tout le zinc du sulfate est précipité par le courant d'hydrogène sulfuré. C'était à prévoir, puisque, dans de l'acétate de zinc de concentration quelconque, le métal est transformé complètement en sulfure. La seule différence est que, si le sulfure se produit, dès le premier contact du gaz avec la solution de sulfate neutre, il ne se forme, dans le cas où elle est acidulée par l'acide acétique, qu'au bout de quelques instants.

» D'après ces observations et ce que j'ai déjà établi pour le cobalt et le nickel ([1]), on a des conditions qui semblent suffisantes pour permettre la séparation du zinc d'avec ces métaux et *a fortiori* avec ceux ne donnant pas de sulfure en présence de l'eau, cas de l'aluminium, du chrome, etc., ou moins sulfurables, comme le manganèse et le fer ([2]).

» On est donc amené à opérer sur la solution acétique des sulfates, faite à raison de $0^{gr},3$ du mélange des sels par 100^{cc} de liquide, pour ne rien présupposer sur les proportions des éléments en présence, puis à traiter par un courant de gaz sulfhydrique.

» Considérons d'abord le cas du zinc et du nickel. Pour cette recherche, les mélanges synthétiques ont été dissous dans de l'eau renfermant 100^{cc} d'acide cristallisable par litre, et la liqueur traitée à la température ordinaire par l'hydrogène sulfuré n'a été filtrée du sulfure de zinc qu'après deux ou trois heures de repos. Le dépôt est alors complet et parfaitement blanc. L'opération se termine en lavant avec de l'eau acétique à 10 pour 100 renfermant du sulfure d'hydrogène. Quant au nickel, on le précipite de la portion filtrée sous la forme de sulfure, selon la méthode habituelle, en portant la température à 70°-75°, puis en laissant refroidir en présence de HS en vase bouché. L'acide libre doit alors être *exclusivement* de l'acide acétique, ce qui se réalise par addition d'acétate d'ammoniaque à la liqueur. Si l'on filtre, quand le liquide s'est éclairci et à froid, tout le nickel est séparé à l'état de sulfure dense, qu'on lave avec de l'eau chargée de gaz sulfhydrique et acidulée à 1 ou 2 pour 100 d'acide acétique ([3]). Les sul-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1183 et 1715; t. CV, p. 751 et 806.

([2]) J'excepterai toutefois le cas où il y a des quantités notables de fer, à l'état de sel ferrique, cas particulier que j'aurai à traiter à part.

([3]) Les sulfures de zinc, cobalt, nickel, etc., ne se filtrent bien qu'en liqueur aci-

fures sont ensuite transformés en sulfates que l'on pèse après dessiccation vers 400° :

» Premier essai dans 200^{cc} de solvant :

	Mélange synthétique.	Trouvé.
$ZnSO^4$	0^{gr},298	0^{gr},2975
$NiSO^4$.................	0^{gr},222	0^{gr},2215

» Deuxième essai dans 230^{cc} :

	Mélange synthétique.	Trouvé.
$ZnSO^4$	0^{gr},6545	0^{gr},654
$NiSO^4$.................	0^{gr},0255	0^{gr},0255

» La méthode est donc satisfaisante pour le cas du zinc et du nickel. Je crois inutile de rappeler comment, en pratique, dans le cours d'une analyse, on peut *toujours* amener la dissolution à réaliser les conditions voulues.

» L'expérience prouve encore que, si le mélange des sulfates renferme peu de nickel, $\frac{1}{3}$ au plus, l'addition d'acide acétique est même inutile. La séparation se fait en opérant sur la solution aqueuse des deux sulfates neutres. L'acide mis en liberté par la décomposition du sulfate de zinc suffit alors pour empêcher celle du sel de nickel. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chaleur de formation du bichromate d'aniline.* Note de MM. **Ch. Girard** et **L. L'Hote**, transmise par M. Peligot.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 13 juin 1887), nous avons dit qu'on pouvait facilement préparer le bichromate d'aniline en faisant réagir, dans des conditions qui ont été précisées, le bichromate de potasse sur le chlorhydrate d'aniline. Pour compléter ces recherches, il nous a paru intéressant d'étudier les conditions thermiques de la formation de ce sel.

» A cet effet, nous avons préparé deux solutions, l'une de chlorhydrate d'aniline pure, en mélangeant volumes équivalents d'aniline en solution

---

dulée; si le milieu est neutre, le plus souvent le liquide passe trouble, sauf le cas où il est chargé de sels alcalins.

aqueuse et d'acide chlorhydrique, l'autre de bichromate de potasse obtenue suivant des proportions équivalentes.

» Le problème à résoudre comportait les questions suivantes : 1° le chlorhydrate d'aniline est-il un sel défini? 2° ce sel dégage-t-il de la chaleur lorsqu'il est mélangé avec l'eau, c'est-à-dire l'équilibre thermique est-il changé lorsqu'on dilue la solution? 3° quelle est la chaleur dégagée par le bichromate de potasse?

» Le chlorhydrate d'aniline, obtenu comme nous l'avons dit, avec des solutions d'acide et de base, de manière à avoir $\frac{1}{20}$ d'équivalent dissous dans 200^{lit} d'eau, a été mélangé avec un volume d'aniline égal à celui qui entrait dans sa préparation. Dans ces conditions, on a observé un échauffement appréciable du thermomètre qui peut être traduit par $\frac{1}{10}$ de calorie.

» La même expérience, répétée en mélangeant le chlorhydrate d'aniline avec l'eau pure, ayant donné le même résultat, nous sommes amenés à conclure que le chlorhydrate d'aniline est un sel défini, l'eau n'étant pas susceptible de le dissocier.

» En mélangeant l'acide chlorhydrique à l'aniline (préparation du chlorhydrate d'aniline), la chaleur de formation observée correspond à $7^{cal},40$, chiffre conforme à celui qui a été publié (*Annuaire du Bureau des Longitudes*, p. 656; 1886).

» En mélangeant le chlorhydrate d'aniline et le bichromate de potasse, on constate un abaissement de température très faible et inférieur à $\frac{1}{10}$ de calorie. Deux expériences ont accusé $0^{cal},038$ et $0^{cal},041$. Comme, d'autre part, il faut tenir compte de la chaleur de dilution du chlorhydrate d'aniline, qui diminue d'autant le nombre trouvé, il est nécessaire d'admettre que le bichromate de potasse, en réagissant sur le chlorhydrate d'aniline, absorbe un peu plus de $0^{cal},10$. Ce chiffre concorde avec ceux qui ont été donnés pour la chaleur de formation des chromates et des chlorures. En effet, la potasse, en se combinant avec l'acide chromique pour former le bichromate, dégage $13^{cal},50$, et avec l'acide chlorhydrique $13^{cal},70$, d'où une différence de $0^{cal},20$ sensiblement égale à celle que nous avons observée.

» On peut affirmer que le bichromate de potasse réagit sur le chlorhydrate d'aniline en liqueur diluée, et que la chaleur de formation du bichromate d'aniline est légèrement plus faible que celle du chlorhydrate. En effet, trois expériences faites directement avec l'acide chromique et l'aniline en quantités équivalentes, de manière à former le bichromate,

ont donné $7^{cal},16$, $7^{cal},18$ et $7^{cal},23$, soit en moyenne $7^{cal},20$, qui s'éloigne de la chaleur de formation du chlorhydrate d'aniline de $0^{cal},20$, chiffre égal à la différence de chaleur de formation du bichromate et du chlorure de potassium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons alcooliques du glycolalcoolate de soude.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« I. Les alcools monoatomiques se combinent au glycolalcoolate de soude et forment avec lui des composés cristallisés analogues aux glycérinates de soude alcooliques. J'ai préparé et analysé les produits suivants :

$$C^4H^5NaO^4,\ C^2H^4O^2,$$
$$C^4H^5NaO^4,\ C^4H^6O^2,$$
$$C^4H^5NaO^4,\ C^6H^8O^2.$$

» Pour les obtenir, on dissout $1^{éq}$ de sodium dans $3^{éq}$ ou $4^{éq}$ d'alcool anhydre, en laissant la liqueur s'échauffer. Après refroidissement, on ajoute à la masse solide $1^{éq}$ de glycol. La matière se dissout avec un dégagement de chaleur sensible. On chasse ensuite à peu près la moitié de l'alcool en chauffant le ballon au bain d'huile, dans un courant d'hydrogène pur et sec, à 120°, 130° ou 140°, suivant la nature de l'alcool. On arrête l'évaporation lorsque la masse commence à cristalliser à chaud. Pendant cette opération, aucune trace de glycol n'est éliminée, ce qui indique bien qu'il s'est substitué totalement à l'alcool. La dissolution se prend par le refroidissement en lamelles ou aiguilles incolores réunies en mamelons. Le produit est étalé sur des plaques de porcelaine poreuses sous une cloche rodée. Au bout de quelques jours la matière est sèche et parfaitement blanche.

» Elle est formée par la combinaison $C^4H^5NaO^4,\ C^{2n}H^{2n+2}O^2$.

» II. $C^4H^5NaO^4,\ C^2H^4O^2$. — Paillettes incolores et brillantes, très avides d'eau, se colorant peu à peu à l'air.

	Calculé.	Trouvé par l'alcalimétrie.	Dosé à l'état de sulfate.
Analyse : Na pour 100	19,82	19,87	19,63

» La dissolution de $1^{éq}$ du corps dans 6^{lit} d'eau a fourni $+1^{Cal},97$. D'autre part, j'ai trouvé, pour

$C^4H^5NaO^4(1^{éq} = 4^{lit}) + C^2H^4O^2(1^{éq} = 2^{lit})$ .... $+0^{Cal},11$

d'où l'on déduit

$$C^4H^5NaO^4 \text{ sol.} + C^2H^4O^2 \text{ liq.} = C^4H^5NaO^4, C^2H^4O^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots + 6^{Cal},14$$

» III. $C^4H^5NaO^4, C^4H^6O^2$. — Aiguilles incolores, très altérables par l'humidité, se colorant lentement à l'air.

	Calculé.	Trouvé par l'alcalimétrie.	Dosé à l'état de sulfate.
Analyse: Na pour 100	17,69	17,88	17,73

» Sa dissolution dans 6^{lit} d'eau donne $+3^{Cal},51$ et la réaction

$$C^4H^5NaO^4 (1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^6O^2 (1^{éq} = 2^{lit}) \ldots\ldots\ldots - 0^{Cal},03$$

d'où

$$C^4H^5NaO^4 \text{ sol.} + C^4H^6O^2 \text{ liq.} = C^4H^5NaO^4, C^4H^6O^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots + 5^{Cal},01$$

» IV. $C^4H^5NaO^4, C^6H^8O^2$. — Obtenu avec l'alcool propylique primaire. Mêmes caractères extérieurs que le précédent.

	Calculé.	Trouvé par l'alcalimétrie.
Analyse: Na pour 100	15,97	15,90 et 15,92

» Chaleur de dissolution dans 6^{lit}: $+2^{Cal},67$.

» D'autre part :

$$C^4H^5NaO^4 (1^{éq} = 4^{lit}) + C^6H^8O^2 (1^{éq} = 2^{lit}) \text{ absorbe} \ldots\ldots\ldots - 0^{Cal},03$$

d'où l'on déduit

$$C^4H^5NaO^4 \text{ sol.} + C^6H^8O^2 \text{ liq.} = C^4H^5NaO^4, C^6H^8O^2 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots + 6^{Cal},42$$

» V. Dans plusieurs expériences de dissolution, la composition des produits employés a été vérifiée en ajoutant à la liqueur contenant

$$C^4H^5NaO^4, C^{2n}H^{2n+2}O^2,$$

dissous dans 6^{lit}, $1^{éq}$ du SO^4H dissous dans 2^{lit}. Par exemple, j'ai trouvé pour

$$C^4H^5NaO^4, C^6H^8O^2 (1^{éq} = 6^{lit}) + SO^4H (1^{éq} = 2^{lit}) \ldots\ldots\ldots + 15^{Cal},37$$

» L'acide sulfurique ayant déplacé le glycol de sa combinaison, on devrait avoir

$$+15^{Cal},85\,(^1) - 0^{Cal},28\,(^1),$$

soit $+15^{Cal},57$, nombre qui concorde avec celui de l'expérience.

---

[1] Chaleur de neutralisation de la soude par l'acide sulfurique et par le glycol.

» La molécule alcoolique ainsi combinée peut être éliminée lorsqu'on chauffe le composé de 130° à 150° dans un courant d'hydrogène sec, jusqu'à poids constant. On obtient alors le glycolalcoolate de soude. Mais cette molécule reste fixée lorsqu'on expose à froid le produit sous des cloches, en présence d'acide sulfurique concentré. Ces composés n'ont donc pas de tension de dissociation sensible à la température ordinaire.

» Toutes ces expériences ont été faites à + 13°.

» Les homologues supérieurs $C^8H^{10}O^2$ et $C^{10}H^{12}O^2$ paraissent aussi se combiner avec le glycolalcoolate de soude, mais les produits sont difficiles à isoler, à cause de la viscosité des liqueurs.

» VI. Ces expériences amènent aux conclusions suivantes :

» 1° Le procédé de préparation de ces dérivés alcooliques indique que le glycol déplace même à froid les alcools monoatomiques de leurs combinaisons métalliques. La même substitution a lieu avec la glycérine; mais, dans ce cas, elle peut être aussi bien considérée comme une application des lois de Berthollet, le nouveau composé étant insoluble dans l'excès d'alcool.

» Ici la substitution a lieu sans changement d'état et conformément aux principes thermiques. Les alcools peuvent donc se remplacer dans les alcoolates comme le font les acides dans les sels, et les quantités de chaleur produites indiquent le sens du phénomène.

» 2° Les trois nombres + 6,14, + 5,01 et + 6,42 représentent la valeur thermique de la réaction

$$C^4H^5NaO^4 \text{ sol.} + C^{2n}H^{2n+2}O^2 \text{ liq.} = C^4H^5NaO^4, C^{2n}H^{2n+2}O^2 \text{ sol.}$$

» Ils sont constamment supérieurs à ceux que j'ai obtenus pour la combinaison des mêmes alcools avec le glycérinate de soude, soit + 5,04, + 4,58 et + 4,67. De même, l'union de $C^4H^6O^4$ liq. avec $C^4H^5NaO^4$ sol. dégage + 7^{Cal},025 ([1]), nombre supérieur à + 4^{Cal},03, qui correspond à $C^4H^6O^2$ liq. fixé sur $C^4H^5NaO^2$ sol.

» Les combinaisons alcooliques du glycolalcoolate de soude sont donc les plus stables de celles que j'ai décrites dans cette famille. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1160.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fonction acétonique du nitrocamphre, sur sa chlorhydratation et sa polymérisation.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons décrit les sels du nitrocamphre qui démontrent ses propriétés acides [1]. En adoptant pour le camphre la formule de M. Kékulé, qui répond le mieux, pour le moment, à l'ensemble des faits, le nitrocamphre serait, avec un H acide, voisin de AzO^2, $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CHAzO^2 \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$ dérivant du camphre chloronitré, qui est un corps neutre, $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CClAzO^2 \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$. Reste à démontrer la fonction acétonique.

» I. Si nous faisons réagir à l'ébullition pendant plusieurs heures au sein de l'alcool sur le nitrocamphre sodique, sel parfaitement neutre, un grand excès de phénylhydrazine dans les conditions prescrites par M. Fischer, nous obtenons un précipité jaunâtre par le refroidissement. Ce corps peut cristalliser dans l'alcool bouillant et correspond à la formule brute $C^{10}H^{22}Az^2$, qui est celle du produit fourni par la réaction de la phénylhydrazine sur le camphre lui-même, sans que nous puissions dire si nous obtenons un corps identique ou isomérique. Le rendement est très faible, 5 pour 100 environ. La grande insolubilité du corps dans l'alcool froid permet de l'isoler des autres produits de décomposition [2].

» D'autres réactions très importantes confirment la fonction acétonique du nitrocamphre. On peut combiner ce dernier à l'acide chlorhydrique, puis décomposer ce chlorhydrate par l'eau alcoolisée, en présence d'un acide; on obtient un hydrate, puis un polymère avec révélation d'une fonction nouvelle, la fonction phénolique.

» II. *Chlorhydrate du nitrocamphre.* — Ce composé se forme dans les conditions suivantes. On dissout 50^{gr} de camphre nitré dans 20^{cc} d'alcool absolu. On ajoute 5^{cc} d'acide chlorhydrique, on fait bouillir pendant deux ou trois minutes. Après refroidissement, on ajoute 2^{vol} d'eau qui précipite un corps d'abord visqueux, se solidifiant bientôt en une masse cristalline qu'on lave à froid avec l'alcool à 63°. On fait recristalliser dans la benzine, car l'alcool le décompose partiellement.

---

(1) *Bulletin de la Société chimique;* 1888.

(2) L'analyse élémentaire, comme celle des corps qui vont suivre, sera publiée *in extenso* au *Bulletin de la Société chimique.*

» Ce corps correspond à la formule $C^{10}H^{15}(AzO^2)O, HCl$. Ces cristaux, d'une grande blancheur, sont durs sous le pilon. Ils fondent à 127°-128°, en dégageant de l'acide chlorhydrique. Ils sont insolubles dans l'eau. Ce chlorhydrate fait la double décomposition avec le nitrate d'argent. Il n'a pas d'action sur le perchlorure de fer. Mais si on le chauffe au sein de l'alcool à 60°, légèrement acidulé par l'acide chlorhydrique ou azotique, en présence du perchlorure de fer, une magnifique couleur violette, vin nouveau, se développe. Sous l'influence des acides et de l'alcool aqueux, le chlorhydrate s'est décomposé avec fixation d'eau. On peut isoler non point cet hydrate instable, mais un composé trimère formé aux dépens de cet hydrate. Le phénomène aboutit, en définitive, à une sorte d'aldolisation remarquable.

» III. *Aldolisation du nitrocamphre.* — On peut partir du chlorhydrate du nitrocamphre ou du nitrocamphre lui-même, sans s'arrêter au chlorhydrate intermédiaire. Voici les meilleures conditions de préparation :

» On fait bouillir pendant quinze minutes 5^{gr} de nitrocamphre dans 60^{cc} d'alcool à 93°, additionné de 5^{cc} d'acide chlorhydrique. On sature au bain-marie par le carbonate de baryte précipité, jusqu'à cessation de dégagement de CO^2. On étend de 4 fois le volume d'eau après filtration. Il se précipite une matière résinoïde. On filtre. Le liquide clair est mis à évaporer dans le vide; on obtient ainsi des cristaux blancs groupés en choux-fleurs, qu'on fait cristalliser magnifiquement en aiguilles de la façon suivante : on les chauffe avec 10 à 15 fois leur poids d'eau au bain-marie. Ils se liquéfient au fond de l'eau, dans laquelle ils se dissolvent d'ailleurs partiellement. On ajoute suffisamment d'alcool à 93° à ce liquide chaud, pour dissoudre le corps liquéfié dans l'eau. Par refroidissement de cette solution hydralcoolique, on obtient des aiguilles de plusieurs centimètres de long.

» Ce corps donne à l'analyse élémentaire la composition brute d'un nitrocamphre hydraté, mais son sel barytique indique d'une façon certaine une molécule triple; de plus, les réactions générales indiquent une modification de la fonction.

» En saturant la solution hydralcoolique par l'eau de baryte, en évitant un excès, on obtient un précipité cristallin qui augmente avec le temps et par concentration dans le vide.

» L'analyse élémentaire de ce précipité concorde avec la formule $[C^{10}H^{14}(AzO^2)O]^3BaH, 3H^2O$ qui ne laisse aucun doute sur la polymérisation.

» Ce sel barytique est très peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool. Le corps correspond à trois molécules. Il renferme 3^{mol} d'eau de

cristallisation. Hydraté, il fond à 75°. Desséché dans le vide sur l'acide sulfurique, il fond à 98°. Il perd ses 3^{mol} d'eau et correspond alors à la formule $[C^{10}H^{15}(AzO^2)O]^3$. Il a les caractères d'un phénol, il est neutre au tournesol et ne décompose pas les carbonates, mais se combine avec les bases. Il n'est pas réduit par la phénylhydrazine. Avec le chlorure d'acétyle, il donne un éther acétique avec dédoublement de la molécule. Il colore en rouge sang le perchlorure de fer. En acidifiant la liqueur avec de l'acide chlorhydrique, azotique ou sulfurique, on voit la couleur passer à une teinte violette, vin nouveau, magnifique, que l'ébullition altère. Ce corps à réaction violette n'est stable qu'en présence des acides étendus au sein de l'eau.

» La concentration, la chaleur, les bases le modifient.

» L'acide chlorhydrique concentré le transforme en un phénol nitré.

» IV. Voici la série probable des transformations :

» Le camphre nitré $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHAzO^2\\ |\\ CO\end{array}\right.$ se chlorhydrate et devient successivement

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHAzO^2\\ C\left\langle\begin{array}{l}Cl\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right., \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHAzO^2\\ |\\ C\left\langle\begin{array}{l}OH\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right..$$

Nous n'avons pas isolé ce dernier corps, mais l'existence en est très vraisemblable. Ce corps instable a une grande tendance à devenir

$$\left(C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}\overset{|}{C}AzO^2\\ |\\ \underset{|}{C}OH\end{array}\right.\right)^3, 3H^2O,$$

les trois molécules se soudant par les atomicités libres. Cette polymérisation est comparable à celle de l'aldéhyde. Ce trimère devient finalement $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CAzO^2\\ \|\\ COH\end{array}\right.$, avec échange de leurs atomicités entre les carbones, en donnant un corps très stable que nous avons étudié d'une façon approfondie et dont nous aurons l'honneur de présenter l'histoire prochainement à l'Académie.

» Le camphre nitré nous paraît être toutefois plutôt une acétone qu'une aldéhyde. Cette aldolisation, qui rapproche ce corps des aldéhydes, s'explique par l'hydrogène du groupe $CHAzO^2$, voisin de CO. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'azote organique par la méthode de M. Kjeldahl.* Note de MM. **E. Aubin** et **Alla**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans la séance du 7 janvier 1889, M. L'Hôte a appelé l'attention de l'Académie sur l'emploi de la méthode de M. Kjeldahl pour le dosage de l'azote organique. Il ressort des chiffres publiés par ce chimiste que les résultats obtenus par cette méthode sont erronés et inférieurs à ceux que donne le procédé de MM. Will et Warrentrapp. Nous ne sommes pas de cet avis; au contraire, toutes les vérifications auxquelles nous avons soumis le procédé danois nous prouvent qu'il offre toutes garanties. Nous nous sommes efforcés de le démontrer dans une Note insérée dans les *Annales de l'Institut national agronomique* (¹). Mais, pour répondre au cas présent, nous avons exécuté une série de dosages d'azote organique sur les substances que nous rencontrons le plus souvent dans les laboratoires de Chimie agricole. Nous avons employé parallèlement les deux méthodes en mettant en jeu les mêmes poids de matière.

» Dans l'emploi de la méthode de MM. Will et Warrentrapp, nous nous sommes servis d'une chaux sodée obtenue en faisant éteindre 600^{gr} de chaux vive concassée par 600^{gr} de lessive de soude contenant 300^{gr} de soude caustique. Après extinction complète de la chaux, le produit pulvérulent était porté au rouge. Après refroidissement, on le passait au moulin, puis au tamis, pour obtenir deux lots, l'un granulé et l'autre très fin, destiné à être mélangé intimement avec la substance à analyser.

» Des expériences de combustion faites sur des tourteaux nous ont montré que, pour obtenir un bon dosage, c'est bien moins la température de chauffe que les proportions de la matière organique et de la chaux sodée qu'il faut observer; ainsi, en prenant 1^{gr} de tourteau d'Arachides décortiquées et en chauffant au rouge vif, on obtient 7,53 d'azote pour 100, tandis qu'avec 2^{gr} de matière on obtient :

	Pour 100.
Pour la température du rouge sombre	6,89
Pour la température du rouge vif	4,62

(¹) *Annales de l'Institut national agronomique*, n° 10, p. 53; 9e année, 1884-1885.

» Pour nos dosages, nous avons toujours employé de 25^{gr} à 30^{gr} de chaux sodée pour $0^{gr},500$ de matière organique, en ayant soin de placer en avant et en arrière une colonne de chaux granulée de 5^{cm} environ. Ces proportions ont été observées aussi bien pour les albuminoïdes que pour les terres et les engrais.

» Dans l'emploi de la méthode de Kjeldahl, qui nous a été transmise par M. Kayser au retour de la mission que M. le Ministre de l'Agriculture lui avait confiée en Allemagne, nous nous sommes conformés au mode opératoire décrit dans notre Note déjà citée. A la suite d'expériences souvent répétées, nous avons reconnu que, pour transformer tout l'azote organique en azote ammoniacal, il fallait observer les proportions suivantes : $0^{gr},500$ de matière organique azotée pour 20^{cc} d'acide sulfurique pur à 66° et $0^{gr},500$ de mercure. La durée de l'attaque était au maximum de une heure et demie et les liqueurs obtenues étaient, sans exception, parfaitement *limpides* et *décolorées*. Il ne restait pas trace de matière organique non transformée. L'addition d'acide phosphorique abrège un peu le temps de l'attaque. Les corrections relatives à l'acide sulfurique concentré et à la soude caustique ont été faites par des dosages à blanc. Nous nous sommes assurés qu'il n'y a pas déperdition d'ammoniaque pendant l'ébullition de l'acide sulfurique, en introduisant dans cet acide 1^{gr} de sulfate d'ammoniaque pur et sec, faisant bouillir deux heures et dosant l'ammoniaque par distillation. Nous avons retrouvé $0^{gr},212$ d'azote ammoniacal correspondant à $0^{gr},9995$ de sulfate d'ammoniaque pur. Nous n'avons jamais constaté de perte au moment de la saturation du produit de l'attaque par la soude caustique. L'appareil dont nous faisons usage est le serpentin ascendant de M. Schlœsing, que nous avons légèrement modifié en remplaçant la spire en verre par une spire en étain de dimensions plus restreintes.

» Pour le dosage de l'azote des terres, la méthode Kjeldahl nous a permis d'opérer sur des quantités très fortes, telles que 50^{gr}, 100^{gr} et même 1000^{gr}. Cette dernière opération s'est faite dans une capsule de platine d'un litre et demi, surmontée d'un entonnoir.

» Nous présentons dans le Tableau suivant les résultats de nos dosages :

Substances analysées.	Azote pour 100 obtenu par la méthode de MM. Will et Warrentrapp.	Azote pour 100 obtenu par la méthode de Kjeldahl.
Caséine du lait	14,01	14,12
Albumine des œufs	13,78	14,28

Substances analysées.	Azote pour 100 obtenu par la méthode de MM. Will et Warrentrapp.	de Kjeldahl.
Corne râpée	14,73	14,90
Sang desséché	12,78	13,01
Rognures de peaux de gants	5,50	5,56
Lait	0,472	0,507
Bière	0,081	0,099
Plants entiers de pois	3,14	3,36
Fourrage	2,27	2,78
Blé de Bordeaux	1,97	2,14
Blé Goldendrop	1,95	2,39
Urée	33,89	38,97
Brucine	3,31	3,31
Sulfate de cinchonine	2,09	3,03
Terre granitique	0,0778	0,0889
Terre de Champagne	0,1556	0,1556
Terre tourbeuse de Breuil-le-Sec (Oise)	1,5067	1,5178
Terre argileuse	0,1545	0,1573
Terre des Dombes	0,1056	0,1084
Terre de Ferrières (près Paris)	0,1471	0,1504

» Ces résultats montrent la supériorité de la méthode de Kjeldahl sur le procédé à la chaux sodée, surtout quand les substances sont peu homogènes ou difficiles à pulvériser. Tandis qu'avec la chaux sodée il faut opérer sur une poudre fine, avec le procédé danois il n'est pas nécessaire de réduire en poudre si la matière est homogène; et, si elle est composée d'éléments très divers, on peut la réduire en pâte au moyen de l'acide sulfurique pur en opérant sur des poids forts tels que 100^{gr} et 200^{gr}, et ensuite prélever une partie aliquote pour continuer le dosage avec l'acide sulfurique et le mercure.

» Conclusions : 1° la méthode de Kjeldahl donne toute sécurité et toute précision. Les résultats qu'elle fournit sont égaux, sinon supérieurs, à ceux du procédé à la chaux sodée; 2° la matière organique est complètement transformée pendant l'attaque et tout l'azote se retrouve à la fin de l'opération sous forme ammoniacale; 3° les liqueurs sulfuriques obtenues sont toujours limpides et incolores; 4° il n'y a pas de perte d'ammoniaque pendant le cours des opérations. »

BOTANIQUE. — *Remarques sur les partitions frondales de la Scolopendre.* Note de Dom **B. Rimelin**, présentée par M. Duchartre.

« Les ramifications de l'extrémité des frondes du *Scolopendrium officinale* ou *vulgare* Sm. sont si fréquentes, qu'il est sans doute peu de collectionneurs de Fougères qui n'en possèdent dans leurs herbiers. Aussi, en raison de cette fréquence, devient-il possible de comparer ces diverses ramifications anomales et de chercher à déterminer les conditions qui président à leur formation.

» D'après quarante échantillons recueillis à Grignon et aux environs, en la seule année 1887, et d'après les observations qui s'y rattachent, on peut en déduire les conclusions que voici :

» 1° Certains pieds du *Scolopendrium* ont une prédisposition très accentuée à produire des frondes ramifiées, puisque, sur huit pieds observés, un seul n'a donné qu'une fronde anomale, tandis que la moyenne a été de cinq frondes anomales par pied, et le maximum de neuf.

» 2° Cette prédisposition, une fois manifestée dans une fronde bifurquée, tend à se reproduire par des subdivisions analogues.

» 3° Les pieds qui ont fourni les frondes anomales en 1887 n'en ont pas donné en 1888, autant du moins qu'il a été possible de le vérifier; et à l'endroit où les frondes anomales abondaient en l'automne de 1887, on n'en trouvait aucune au printemps de 1886.

» 4° Une végétation débile ou luxuriante ne paraît pas être la cause principale de ces ramifications, puisque dix-sept de ces frondes ramifiées, vertes et vigoureuses, ont été trouvées dans un puits, tandis que les vingt-trois autres, jaunes et petites, ont été recueillies dans un bois nouvellement coupé et exposé à l'ardeur du soleil. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les tumeurs à Bacilles de l'Olivier comparées à celles du Pin d'Alep.* Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« M. Vuillemin a fait récemment connaître la véritable nature des tumeurs ligneuses qui se produisent sur le Pin d'Alep et il y a découvert la présence de Bactéries. Les Oliviers portent souvent des loupes qui pré-

sentent un aspect analogue et qui sont dues à une pareille cause. J'ai fait une étude comparative de ces tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin spécialement au point de vue anatomique. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un court résumé de ce travail.

» Un jeune tubercule d'Olivier ayant au plus 2^{mm} de diamètre est formé tout entier d'un parenchyme analogue à celui des bourrelets qui se développent au bord des plaies et particulièrement à la base des boutures. Ce tissu est dû à la prolifération des éléments de toutes les couches du jeune rameau depuis sa surface jusqu'au cambium. Au sommet de la petite tumeur, le tissu est déjà brun, mortifié et desséché; des crevasses se forment à sa surface. Dans cette partie déjà frappée de mort se trouvent de grandes lacunes irrégulières, contenant une matière blanche, opaque, qui n'est autre chose qu'une grande masse de Bacilles assez semblables à ceux du Pin d'Alep, mais qui ne sont pas, comme ces derniers, séparés en petites boules zoogléiques distinctes. Au-dessous de la partie desséchée, on trouve encore çà et là, dans le tissu bien vivant de la tumeur, des colonies de Bacilles. On en voit de très petites correspondant seulement à deux ou trois cellules qu'elles ont corrodées et détruites et dont elles occupent la place. Il en est de taille et de forme fort diverses.

» Sur le bord de ces cavités irrégulièrement limitées par les parois déjà attaquées des cellules contiguës et au milieu même des nuées de Bacilles, on voit encore des débris de parois cellulaires gonflées et plus ou moins complètement désorganisées. Autour des lacunes, les cellules sont mortes, leurs parois sont jaunes ; mais, à quelque distance au delà, l'activité de la vie du tissu est à son comble ; les cellules, petites et remplies de plasma, s'y multiplient rapidement. Cependant la mort et la désorganisation qui ont commencé de très bonne heure au sommet de la tumeur pénètrent profondément dans ses parties centrales, tandis que la portion vivante dont la croissance est excitée à un haut degré forme autour d'elles une sorte de bourrelet qui, bien qu'envahi déjà par des colonies de Bacilles, prend encore un grand développement.

» Les tumeurs ne restent pas longtemps composées seulement de parenchyme ; elles se lignifient bientôt en produisant, au voisinage des points où se trouvent les Bacilles, des sortes de nodules formés de cellules ligneuses courtes qui s'enroulent autour de centres particuliers de formation, tandis que, d'autre part, à leur base s'organise aussi du bois traumatique qui, reposant sur le bois normal du rameau, s'épanouit en gerbe et forme des lobes qui par places vont rejoindre les nodules ligneux.

» Ces tumeurs mortes au cœur prennent un développement fort irrégulier, se crevassent, se divisent en lobes et, finalement, se dessèchent. Leur dessèchement entraîne la mort, sinon de tout le rameau qui les porte, du moins de la partie sur laquelle elles s'étaient développées, et la végétation de l'Olivier dont les branches sont couvertes d'un grand nombre de ces loupes devient de plus en plus languissante.

» Les tubercules du Pin d'Alep ont beaucoup d'analogie avec ceux de l'Olivier : je pense que leur développement n'est pas différent. Je ne puis admettre l'explication qu'en a donnée M. Vuillemin, qui croit que les Bacilles pénètrent tout d'abord jusqu'au cambium du rameau, et qu'alors l'assise génératrice mortifiée devient le point de départ de sortes de canaux ramifiés, à l'intérieur desquels sont enfermées les colonies de Bacilles. J'ai examiné bien des jeunes tumeurs; j'y ai toujours trouvé, comme dans celles de l'Olivier, des lacunes plus ou moins grandes, creusées çà et là au milieu du parenchyme. La prolifération des cellules autour des lacunes que se creusent les colonies de Bacilles est beaucoup plus active dans le Pin que dans l'Olivier. Chaque lacune est entourée d'une auréole de petites cellules remplies d'un plasma granuleux et contenant de gros noyaux. Ces jeunes cellules deviennent bientôt la proie des Bacilles; leurs parois sont attaquées et dissoutes avant que l'abondant plasma et les noyaux qu'elles contiennent aient été atteints par la corrosion. Les petites masses de plasma, restes des cellules détruites, se voient souvent entassées contre les bords des lacunes.

» Il se produit dans les tumeurs du Pin d'Alep, comme dans celles de l'Olivier, des nodules ligneux à fibres pelotonnées dans le parenchyme de l'excroissance; tandis que, d'autre part, du bois traumatique s'organise et se lignifie à sa base en rayonnant à partir du bois du rameau. Il prend un grand développement et est fort envahi par des colonies de Bacilles, qui se multiplient de préférence dans les rayons médullaires dont les cellules deviennent le siège d'une très active prolifération.

» Les tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin sont les seuls exemples connus jusqu'ici d'hypertrophies produites dans les plantes par des Bactéries. Toutefois, il me semble que l'action du Bacille de l'Olivier ou du Pin n'est pas essentiellement différente de celle du *Micrococcus* qui creuse des lacunes dans les grains du Blé pourpre ni de la Bactérie de la maladie jaune de la Jacinthe qui corrode les parois des cellules et des vaisseaux dans les feuilles et les bulbes, pour s'y creuser des lacunes remplies d'un mucilage jaune où se trouvent, outre les Bactéries, des cellules isolées et

des restes de spirales de la paroi vasculaire. Ni les grains de Blé ni les feuilles ou les oignons de Jacinthe ne forment de bourrelets à la suite des blessures. Il en est tout autrement pour les rameaux des arbres. C'est parce que les tissus des pousses de l'Olivier et du Pin sont capables de s'hypertrophier sous l'influence irritante d'une lésion que, quand les colonies de Bacilles y creusent des lacunes, il se forme autour d'elles des renflements d'une structure fort analogue, du reste, à celle des bourrelets cicatriciels. Dans tous les cas, l'action des diverses Bactéries observées jusqu'ici dans les plantes vivantes est une action destructive : elles corrodent les tissus et s'y creusent des cavités où elles se multiplient et d'où essaiment des colonies nouvelles qui vont porter plus loin la destruction. La production de tumeurs autour des colonies de Bactéries dépend de la nature de l'organe attaqué, de la propriété qu'il a de réagir contre la corrosion produite, et non d'un mode spécial d'action de la Bactérie. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Blattes de l'époque houillère.* Note de M. **Charles Brongniart**, présentée par M. Blanchard.

« On a trouvé dans les terrains carbonifères un nombre considérable d'empreintes de Blattides. Germar, Goldenberg, Geinitz, Heer en ont fait des études intéressantes. Mais c'est surtout à M. S.-H. Scudder que nous sommes redevables d'une classification de ces insectes; il a publié en 1879 une monographie des Blattes paléozoïques.

» Ce sont les organes du vol qui ont guidé ces auteurs dans leurs déterminations.

» Les ailes, en effet, ont une dureté relative assez grande et peuvent rester longtemps dans l'eau sans se décomposer. Le corps de ces insectes est au contraire gros et mou; et si les parties du thorax, les pattes ont été quelquefois conservées à l'état d'empreinte, on n'a jamais encore signalé d'abdomen complet.

» L'abdomen des Blattes qui vivent de nos jours se compose d'un certain nombre de segments formés par des arceaux dorsaux et ventraux.

» Chez les femelles on voit les arceaux supérieurs 1 à 7 et le dixième. Ces mêmes arceaux chez le mâle sont visibles, mais on distingue de plus les huitième et neuvième, qui, chez la femelle, sont cachés sous le septième arceau.

» Dans les deux sexes, le premier segment ventral est fort réduit et con-

siste en une petite bande ovale, transverse; le second est irrégulier en avant et la chitinisation n'est pas complète. Chez le mâle, neuf arceaux ventraux sont visibles à l'extérieur, tandis que chez la femelle on n'en voit que sept. Mais le septième est beaucoup plus large que les autres; sa partie terminale est en forme de carène et séparée en deux valves égales; cette disposition contribue à faciliter la sortie de la capsule ovigère.

» Dans les deux sexes on distingue à l'extrémité de l'abdomen des *cerci;* le mâle est pourvu en outre de deux stylets portés par le dernier arceau ventral.

» Considérant uniquement la nervation des ailes de la première paire, M. Scudder trouve peu de différences entre les Blattes vivantes et les fossiles, et il divise ces dernières en deux familles, celle des *Blattinariæ* et celle des *Mylacridæ*.

» La principale différence qui sépare ces deux groupes réside dans la disposition de la nervure médiastinale. Chez les *Blattinariæ* les branches de la nervure médiastinale partent à intervalles réguliers d'un tronc commun, de sorte que le champ médiastinal est d'ordinaire sous forme de bande. Chez les *Mylacridæ* les branches de cette nervure médiastinale naissent d'un point commun à la base de l'aile et semblent disposées en rayonnant autour de ce point.

» Jusqu'ici la famille des *Blattinariæ* avait seule été signalée dans les dépôts carbonifères d'Europe et d'Amérique, et M. Scudder considérait celle des *Mylacridæ* comme spéciale aux terrains des États-Unis. Il n'en est rien; les *Mylacridæ* sont aussi nombreuses à Commentry que les *Blattinariæ*.

» Près de six cents empreintes de ces Blattes ont été recueillies par M. Fayol dans cette riche localité.

» Les auteurs, n'ayant eu, la plupart du temps, à leur disposition que des ailes, n'ont pu donner aucun renseignement précis sur la forme du corps. Il m'est possible de confirmer par des caractères tirés du corps la division en *Blattinariæ* et *Mylacridæ,* établie par M. S. Scudder. Les premières offrent un prothorax très arrondi et plus étroit que le corps recouvert de ses ailes; les secondes, au contraire, ont le corps trapu et le prothorax plus large que le corps; au lieu d'être arrondi, il a presque la forme d'un triangle à base située en avant.

» Mais ces deux familles ont un caractère commun, qui les distingue des Blattes vivantes.

» Le dernier arceau dorsal de l'abdomen des fossiles est élargi, arrondi

et divisé en trois parties par deux sillons longitudinaux. Chez les mâles, le dernier arceau ventral ne présente rien d'extraordinaire, il est tronqué; les femelles, au contraire, au lieu de présenter comme les Blattes actuelles un dernier arceau ventral, en forme de carène, fendu longitudinalement sur la ligne médiane pour faciliter le dépôt de l'oothèque, ont cet arceau terminé par une sorte de tarière étroite et aussi longue que l'abdomen, élargie un peu et en forme de carène à la base, droite au contraire vers l'extrémité. Cet appareil présente plutôt l'apparence de l'oviscapte des *Eurycantha* parmi les Phasmiens, que de celle des Locustiens.

» La présence de cette tarière nous permet de penser que les Blattes de l'époque houillère, au lieu d'abandonner leurs œufs sur le sol, réunis dans une capsule ovigère, les pondaient probablement isolément, comme les Phasmiens le font de nos jours, et grâce à cette tarière, qui devait être assez résistante, les introduisaient peut-être dans les troncs d'arbres. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les salicylates des crésols*. Note de M. **H. Nencki**, présentée par M. Bouchard.

« L'article publié dans les *Comptes rendus* [1] et dans lequel M. Lœwenthal, se fondant sur ses expériences avec les bacilles du choléra, recommande l'emploi du salol, me détermine à communiquer ce qui suit.

» Par un procédé analogue à celui qui est employé pour la préparation du salol, on peut, avec les crésols, préparer trois salicylates isomères. Ces corps, bien cristallisables, sont insolubles dans l'eau, difficilement solubles dans l'alcool froid. Le point de fusion est à 35° pour le salicylate d'orthocrésol, à 74° pour celui de méta-crésol et à 39° pour celui du para-crésol. Ces corps répandent une odeur agréable, rappelant celle du salol, mais plus faible. L'éther de l'ortho-crésol produit sur la langue et le palais une très légère sensation de brûlure, tandis que celui du para-crésol est absolument insipide.

» Dans l'organisme, et cela non seulement par le pancréas, mais aussi par les autres organes, par exemple par les muscles, ces corps sont décomposés en leurs constituants. D'après des expériences faites jadis dans mon laboratoire, les crésols possèdent les mêmes propriétés antiseptiques que le phénol, et par cela même les salicylates de crésol ont, comme antiseptiques, la même valeur que le salol.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1169.

» Le para-crésol, produit de la décomposition du salicylate dans l'organisme, est éliminé en grande partie combiné à l'acide sulfurique, en partie aussi oxydé à l'état d'acide parabenzoïque. Outre leur goût peu prononcé, la facilité avec laquelle ils se pulvérisent, leur point de fusion moins élevé, les salicylates des crésols ont encore sur le salol l'avantage d'être inoffensifs. Il a pu être administré en vingt-quatre heures à un chien pesant 16^{kg}, *in refracta dosi* à 4^{gr}, 16^{gr} de salicylate de para-crésol, sans qu'il en soit résulté pour cet animal d'autre inconvénient qu'un léger malaise passager. Ces substances sont également très bien supportées par l'homme. D'après les premiers essais, faits dans la clinique du professeur Sahli avec des salicylates des crésols provenant de la fabrique du Dr F. de Heyden successeur, à Radebeul, près Dresde, l'effet de ces substances dans le rhumatisme articulaire et les affections de la vessie serait le même que celui du salol.

» L'emploi du salol dans le choléra avait déjà été recommandé par M. Sahli dans sa première publication. D'après mes expériences physiologiques pour ce cas, où il s'agit, pour ainsi dire, de submerger l'organisme et plus spécialement le tube digestif avec une substance à la fois antiseptique et inoffensive, je crois le salicylate d'ortho-crésol ou de para-crésol encore plus indiqué que le salol. Ces éthers étant facilement décomposés en leurs constituants et l'acide salicylique pas plus que le phénol ou les crésols n'étant des corps indifférents, il sera néanmoins bon d'user de prudence dans l'administration de ces substances chez le malade. »

STATISTIQUE. — *Sur l'extension du système métrique, le développement de systèmes monétaires conformes ou concordants, et le mouvement de la circulation monétaire fiduciaire, dans les divers États du monde civilisé.* Note de M. DE **MALARCE**, présentée par M. Faye.

« Comme suite aux travaux statistiques que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 3 février 1879 et le 27 mars 1882, j'indique aujourd'hui l'extension continue du système métrique, le développement de systèmes monétaires conformes ou concordants, et le mouvement de la circulation monétaire fiduciaire, dans les divers États du monde civilisé.

» Les données de ces travaux ont été fondées, dans toutes leurs parties, sur les informations directes que nous avons pris soin de recueillir auprès des gouvernements et des établissements publics les plus autorisés.

» *Extension du système métrique des poids et mesures.* — En 1887, les États

où le système métrique décimal est *obligatoire* comprennent une population de 302 millions d'habitants, en augmentation de 53 millions sur 1877.

» Les États où le système métrique est autorisé par la loi comme *facultatif* (Angleterre, certaines colonies britanniques, Canada, États-Unis) comprennent 96,9 millions d'habitants, en augmentation de 19 millions sur 1877.

» Et les États où le système métrique est *légalement admis en principe* ou *appliqué partiellement* (*pour les douanes*) (Russie, Turquie, Inde britannique notamment) comprennent une population de 395 millions, en augmentation de 54 millions sur 1877.

» Au total, le système métrique est légalement connu, dans le monde civilisé, parmi 794 millions d'habitants (794 817 796), en augmentation de 126 millions sur 1877 ; cette augmentation est due à l'accroissement de la population des États déjà affiliés au système, et à l'affiliation de nouveaux États. Ces 794 millions d'habitants représentent une proportion de 60,6 pour 100 de la population du monde civilisé, c'est-à-dire des États qui ont des recensements ou des évaluations officielles de population, et qui comptent 1311 millions d'habitants.

» La Chine, le Japon et le Mexique ont des systèmes divers, *décimaux mais non métriques;* ils représentent une population de 474 millions d'habitants.

» Les autres peuples civilisés, non compris dans les données ci-dessus résumées, ont des systèmes *non décimaux* et *non métriques;* ils représentent une minime fraction du monde civilisé, moins de 43 millions d'habitants.

» *Systèmes monétaires.* — Les cinq États qui forment l'Union monétaire latine de 1865 (France et ses colonies, Belgique, Italie, Suisse, Grèce) comprennent, en 1887, une population de 111 millions d'habitants.

» Trois États (Autriche-Hongrie depuis 1870; Monaco, 1879; Finlande, 1878; Russie, 1887) frappent certaines pièces conformes au système français et qui ont été admises par décision du Gouvernement français dans nos Caisses publiques, et, par suite, à la circulation légale en France. Ces États représentent une population de 144 millions d'habitants.

» Ainsi donc, 255 millions d'habitants participent à une circulation internationale suivant le système français.

» Quatre États d'Europe (Roumanie, 1867; Espagne, 1868; Serbie, 1873; et Bulgarie, 1880), un État d'Afrique (Congo, 1887), un État d'Asie (Perse), et neuf États d'Amérique (République argentine, Bolivie, Chili, Colombie, Haïti, Nicaragua, Pérou, Uruguay et Venezuela) ont frappé des monnaies conformes au système français, ou concordantes; ils représentent une population de 56 millions d'habitants.

» Au total, les États qui ont frappé des monnaies conformes au système français ou concordantes, admises ou non admises en France, comprennent 311 millions d'habitants (311265493), au lieu de 162 millions en 1877 [1]; ces 311 millions forment 23,7 pour 100 de la population du monde civilisé (1311 millions).

» En dehors de ces États, qui tendent à l'uniformité des monnaies suivant le système français et à une circulation internationale, restent notamment dans leurs systèmes divers et particuliers : l'Angleterre (49 millions avec ses colonies ordinaires), le Canada (4,3), l'Inde britannique (257), l'Allemagne (47), les Pays-Bas (33 avec leurs colonies), l'Union scandinave (8,8), le Portugal (4,7), la Turquie (35), le Maroc (12), la Chine (426), Siam (5,7), le Japon (38), les États-Unis (55,5), le Mexique (10), le Brésil (12,9).

Circulation monétaire fiduciaire.

	En 1886-87 ou 1888.	En 1880 ou 1881.	Augmentation.	Diminution.
	Millions de francs.	Millions de francs.		
France (1887)	2740	2600	+140	»
Suisse (1886)	135	100	+ 35	»
Belgique (1887)	389	300	+ 89	»
Italie (1888)	1422	1600 (cours forcé)	»	—178
Grèce (1887)	111 (cours forcé)	70 (cours forcé)	+ 41	»
Roumanie (1886)	106	26 (cours forcé)	+ 80	»
Espagne (1888)	724	100	+624	»
Portugal (1886)	32	30	+ 2	»
Royaume-Uni (1887)	975	1100	»	—125
Danemark (1888)	96	50	+ 46	»
Suède (1887)	128	123	+ 5	»
Norvège (1888)	59	40	+ 19	»
Allemagne (1887)	1096	1200	»	—104
Autriche-Hongrie (1887)	1810 (cours forcé)	1732 (cours forcé)	+ 78	»
Pays-Bas (1888)	405	420	»	— 15
Russie (1888)	2067 (cours forcé)	1133 (cours forcé)	+934	»
Japon (1887)	385	750	»	—365
États-Unis (1886)	3423	3600	»	—177
Brésil (1886)	599 (cours forcé)	608 (cours forcé)	»	— 9
	16702	15582		
	+1120 millions de francs.			

[1] L'adjonction de la Russie, en 1887, a apporté là un contingent de 103 millions d'habitants.

» C'est, au total, une circulation fiduciaire (en billets d'État ou billets de banques) de plus de 16 milliards et demi de francs, en augmentation de plus de 1 milliard sur la situation de 1880-81. Et nous n'avons pas compris dans ce relevé statistique la Chine, qui, depuis l'an 2697 avant notre ère, depuis plus de quarante-cinq siècles, a une circulation fiduciaire énorme, dont le chiffre actuel est inconnu, et dont l'excès a causé, dans la vie de ce grand peuple, trois crises des plus graves, voire même une révolution dynastique, la chute de la dynastie Sung au XII[e] siècle de notre ère. Le Mexique et la plupart des autres États hispano-américains ont une circulation fiduciaire dont tous les éléments ne nous sont pas connus.

» La circulation a diminué dans plusieurs grands États (Angleterre, Italie, Allemagne, Japon, États-Unis), et le cours forcé a pris fin en Italie et en Roumanie. Il convient de noter que certains États, tels que l'Angleterre surtout, emploient relativement une moindre quantité d'instruments monétaires (métalliques ou fiduciaires); ce qui tient pour une bonne part à ce que ces pays effectuent un grand nombre de leurs opérations par virements, au moyen de chambres de liquidation (*Clearing houses*, ou *establishments*), procédés si bien réussis notamment sur les places de Londres et de New-York. Il y a là une indication qui peut être utile à nos progrès nationaux. »

Dom Lamey communique à l'Académie les résultats de ses nombreuses observations sur l'aspect physique de la planète Mars et présente quelques vues nouvelles sur les causes des colorations apparentes des diverses régions de la planète.

M. F. Schaffner adresse la description d'un appareil destiné à faciliter l'échange des sacs de dépêches entre les gares et les trains en marche.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 janvier 1889.

Recueil d'exercices sur la Mécanique rationnelle; par A. de Saint-Germain. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-8°.

Mission scientifique du cap Horn (1882-1883). Tome V : *Botanique*. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Les Sciences expérimentales en 1889; *par* A. Badoureau. Paris, maison Quantin; 1 vol. in-8°.

Traité d'Anatomie comparée pratique; par le Professeur Carl Vogt et Émile Yung; 13e livraison. Paris, C. Reinwald; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes. Cinquième Partie; *par* Félix Plateau. Bruxelles, F. Hayez, 1888; br. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1889; cinquante-cinquième année. Bruxelles, F. Hayez, 1889; 1 vol. in-16.

Atti del reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, dal novembre 1886 *all' octobre* 1888. Venezia, presso la Segretteria dell' Istituto, 1886-1888; 10 vol. in-8°.

Pensylvania. — Geological Survey. Atlas eastern middle anthracite field; Part II.

Publications périodiques.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. — Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — Bulletin de la Société géologique de France. — Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture. — *Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx. — L'Éclairage. — Annales de l'École Polytechnique de Delft. — Bibliothèque universelle et Revue suisse. — Archives des Sciences physiques et naturelles,* publiées par la Bibliothèque universelle. — *Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche* (Napoli). — *American Journal of Photography. — The Journal of the Franklin Institute. — Journal of the American chemical Society. — Proceedings of the Royal Society.*

— *Proceedings of the Royal Irish Academy* (Dublin). — *The medical-legal Journal* (published under the auspices of the medico-legal Society of New-York). — *Nachrichten von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen.*

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 FÉVRIER 1889.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. MASCART; année 1886. — II. *Observations.* Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Henri Sainte-Claire Deville. Sa vie et ses travaux; par JULES GAY. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; années 1887 et 1888; 4e fascicule. Le Mans, Ed. Monnoyer, 1888; 1 vol. in-8°.

Traitement de la tuberculose pulmonaire par les pulvérisations biiodo-mercuriques et technique des pulvérisations; par P. MIQUEL et A. RUEFF. Paris, G. Masson, 1888; 1 vol. in-8°. [Renvoi au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

Études expérimentales sur la chirurgie du rein; par TH. TUFFIER. Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. in-8°. (Renvoi au concours Godard.)

Travaux d'Obstétrique du Dr A. AUVARD. Paris, Lecrosnier et Babé, 1889; 3 vol. in-8°. (Renvoi au concours Godard.)

Do tratamento preventivo da raiva pelo methodo Pasteur. Relatorio apresentado a S. Ex. OSR. Conselheiro Ministro do imperio pelo Dr AUGUSTO FERREIRA DOS SANTOS. Rio-de-Janeiro, Imprensa nacional, 1888; 1 vol. in-8°. (Adressé par S. M. dom Pedro d'Alcantara.)

Results of observations of the fixed stars made with the meridian circle at the Government observatory, Madras, in the years 1865, 1866 *and* 1867, *under the Direction of* NORMAN ROBERT POGSON. Madras, G.-W. Taylor, 1888; 1 vol. in-4°.

Annual Report of the Chief signal officer of the army to the Secretary of War for the year 1887, in two Parts. Part 2. Washington, Government printing office, 1887; 1 vol. in-8°.

Dr Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs : I. BUTSCHLI. *Protozoa.* Leipzig und Heidelberg, 1880-87; 2 vol. gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 FÉVRIER 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** communique une Lettre de M. *René Benoît* qui annonce la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Broch*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Mécanique et Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la déperdition d'azote gazeux pendant la décomposition des matières organiques;* par M. **Th. Schlœsing**.

« Je vais donner quelques détails sur des expériences exécutées conformément aux indications contenues dans ma Communication du 4 février.

» Dans aucune de ces expériences l'ammoniaque produite n'a été absorbée par un réactif acide : par conséquent, le milieu, gazeux ou liquide, a toujours été plus ou moins alcalin.

» Les vases contenant les matières sont restés déposés dans une pièce de mon laboratoire, très chaude en été et chauffée l'hiver.

» Commencées dans le courant de juin 1887, les expériences ont duré de treize à quatorze mois; mais, comme on le verra, le travail de décomposition s'est accompli surtout dans les trois ou quatre premiers mois, pendant lesquels la température moyenne dans la pièce en question a été de 23° en juin, 25° en juillet, 23° en août, 19° en septembre. Pendant les mois d'hiver, la température moyenne a oscillé autour de 15°.

» I. Viande maigre de bœuf, $12^{gr},507$ contenant $436^{mgr},5$ d'azote (3,49 pour 100).

» Atmosphère constamment oxygénée. Durée de l'expérience : 31 mai 1887 au 31 juillet 1888.

			cc	Pour 100.
Air initial (¹)	$954^{cc},8$	Azote	754,7	
		Oxygène	200,1	
Oxygène introduit			228,3	
Gaz extraits	$909^{cc},9$	Azote	755,2	83,0
		Oxygène	133,0	14,6
		Gaz combustible	21,7	2,4
				100,0

Oxygène consommé .... $200^{cc},1 + 228^{cc},3 - 133 = 295^{cc},4$

Azote dégagé à l'état libre .... $755^{cc},2 - 754^{cc},4 = 0^{cc},5 = 0^{mgr},63$

» Dans cette expérience, la consommation de l'oxygène a été très faible; elle a même été suspendue après les deux premiers mois, ce que j'explique de la manière suivante : au lieu de carbonate de soude, j'ai eu le tort d'employer de la chaux; l'ammoniaque formée est donc demeurée caustique. Comme je n'avais pas ajouté d'eau, cette ammoniaque est restée, pour la majeure partie, dissoute dans la viande et en a fait un milieu trop alcalin pour le développement ultérieur de microbes. L'expérience suivante prouve, en effet, que la combustion se poursuit jusqu'à décomposition complète de la viande, quand l'ammoniaque est carbonatée et dissoute dans une quantité d'eau relativement assez grande.

» Il ne faut pas être surpris de la formation de gaz combustibles, malgré la présence de l'oxygène dans l'atmosphère confinée. La viande, introduite en petits morceaux, n'a pas tardé à former une seule masse gélatineuse, d'un rouge sale, dont l'intérieur a pu constituer un milieu réducteur, propice aux microbes anaérobies et à la production de gaz combustibles.

(¹) Tous les volumes gazeux énoncés dans cette Note sont ramenés à 0° et 760^{mm}.

» II. Même viande de bœuf, maigre, $16^{gr},906$, contenant 590^{mgr} d'azote, recouverte de 40^{cc} d'eau.

» 25^{gr} de carbonate de soude. Atmosphère toujours oxygénée.

» Durée de l'expérience : du 2 juin 1887 au 3 août 1888 (14 mois).

» Oxygène ajouté : 2449^{cc}.

» A partir du 4 août 1887, c'est-à-dire après trois mois, la combustion paraît terminée; l'oxygène n'est plus sensiblement absorbé. La viande a disparu, laissant un faible dépôt blanchâtre. Le liquide reste un peu rougeâtre, couvert d'un voile léger.

» Je ne donne pas l'air initial, ni l'oxygène total consommé, parce que, ayant soulevé le ballon, à la fin de l'expérience, pour examiner de plus près le contenu, j'ai oublié que le tube *bb* ne devait pas sortir du mercure; mon expérience a été perdue : je la recommence.

» III. Haricots secs concassés, $13^{gr},076$, contenant 412^{mgr} d'azote (3,15 pour 100), mêlés avec des fragments de ponce calcinée, afin que l'accès de l'air soit facilité. La ponce a été imbibée avec de l'eau, exposée pendant plusieurs heures à l'air libre dans une assiette, pour être chargée de poussières organisées.

» Atmosphère toujours oxygénée.

» 30^{gr} de carbonate de soude.

» Durée de l'expérience : du 3 juin 1887 au 5 août 1888 (14 mois).

				Pour 100.
Air initial	$812^{cc},1$	Azote	$641^{cc},9$	
		Oxygène	170,2	
Oxygène introduit			5059^{cc}	
Gaz extraits	810,5	Azote	644,9	79,57
		Oxygène	117,4	14,48
		Acide carbonique	39,3	4,85
		Gaz combustible	8,9	1,10
				100,00

Oxygène consommé.......... $170^{cc},2 + 5059^{cc} - 117^{cc},4 = 5111^{cc},8$

Azote libre dégagé............ $644^{cc},9 - 641^{cc},9 = 3^{cc} = 3^{mgr},8$

» La combustion, très active au début, a été en décroissant continûment jusqu'au 19 septembre, date à laquelle ont cessé les additions d'oxygène. 10 mois et demi après, il restait encore 14,5 pour 100 d'oxygène dans l'atmosphère, ce qui montre combien faible a été la combustion après le quatrième mois.

» A la fin de l'expérience, on ne voit plus les fragments de haricots, mais seulement des débris transparents de leurs peaux.

» J'ai dosé l'ammoniaque condensée dans l'acide sulfurique qui a été placé, pendant l'extraction des gaz, en avant de la trompe à mercure. Je l'ai aussi dosée dans les matières restées dans l'appareil à expérience;

mais ce dernier dosage doit être trop faible. Je me suis borné à laver ces matières et la ponce sur un filtre, et à doser l'ammoniaque dans l'eau de lavage : il aurait fallu soumettre tout à l'ébullition, en présence de magnésie.

		Azote.
	mgr	mgr
Ammoniaque dans l'acide	124,3 =	102,4
Ammoniaque dans les matières	108,0 =	89,2
		191,6

» IV. Fromage de Roquefort frais, mais à point, $6^{gr},712$ contenant $218^{mgr},5$ d'azote (3,25 pour 100). Une analyse sommaire de ce fromage a donné :

Pour 100 de fromage.	Eau	39,4
	Matière soluble dans l'éther	31,8
	Matière insoluble dans l'éther	22,2
	Matières minérales	6,6

» On a introduit d'abord dans l'appareil de la ponce calcinée, on l'a humectée; puis on a disséminé à sa surface le fromage divisé en petits fragments.

» Atmosphère toujours oxygénée.

» 30^{gr} carbonate de soude.

» Durée de l'expérience : du 11 juin 1887 au 4 août 1888 (près de 14 mois).

			cc	
Air initial	$763^{cc},9$	Azote	603,8	
		Oxygène	160,1	
Oxygène introduit			1532,7	Pour 100.
Gaz extraits	$639^{cc},7$	Azote	607,7	95,01
		Oxygène	4,9	0,76
		Acide carbonique	25,0	3,91
		Gaz combustible	2,1	0,32
				100,00

Oxygène consommé .... $160^{cc},1 + 1532^{cc},7 - 4^{cc},9 = 1687^{cc},9$

Azote libre dégagé .... $607^{cc},7 - 603^{cc},8 = 3^{cc},9 = 4^{mgr},9$

» La dernière addition d'oxygène a eu lieu le 4 octobre 1887; pendant les dix mois suivants, l'oxygène s'est consommé avec une extrême lenteur; il était près d'être épuisé à la fin de l'expérience.

» Les fragments de fromage se sont affaissés et étalés, comme s'ils avaient été fondus; ils ont pris une couleur jaune brun. Après le dosage de l'ammoniaque, on a extrait du résidu organique et de la ponce $1^{gr},7$ d'acides gras sentant fortement le vieux suif. Ceci montre de nouveau la résistance connue des acides gras à la décomposition.

		Azote.
	mgr	mgr
Ammoniaque extraite de l'acide	136,6 =	112,7
Ammoniaque extraite du résidu, bouilli avec magnésie	69,3 =	57,1
		169,8

» Cette quantité d'azote ammoniacal représente 77 pour 100 de l'azote primitif.

» V. Filet de sole, $8^{gr},994$, contenant 281^{mgr} d'azote (3,13 pour 100), noyé sous 40^{cc} d'eau de mer. 40^{gr} carbonate de soude. Atmosphère oxygénée pendant les 10 premiers mois et désoxygénée pendant les 3 $\frac{1}{2}$ derniers mois. Durée de l'expérience : du 29 juin 1867 au 10 août 1888 (13 $\frac{1}{2}$ mois). La dernière addition d'oxygène a eu lieu le 2 septembre 1887; à partir de cette date, l'oxygène confiné s'est très lentement absorbé; son absorption a été terminée à la fin d'avril [1], puis l'atmosphère est restée privée de ce gaz.

				Pour 100.
Air initial	$773^{cc},7$	Azote	$611^{cc},5$	
		Oxygène	162,2	
Oxygène ajouté			774,5	
Gaz extraits	$619^{cc},4$	Azote	614,0	99,14
		Acide carbonique	5,2	0,83
		Gaz combustibles	0,2	0,03
				100,00

Oxygène consommé .... $162^{cc},2 + 774^{cc},5 = 936^{cc},7$

Azote libre dégagé .... $614^{cc},0 - 611^{cc},5 = 2^{cc},5 = 3^{mgr},14$

» La chair a disparu après les premiers mois, laissant un faible dépôt blanchâtre.

» Le liquide, un peu laiteux, reste couvert d'un voile transparent.

		Azote.
Ammoniaque dans l'acide	$125^{mgr},5$ =	$103^{mgr},4$
Ammoniaque dans le résidu	160,8 =	132,4
		235,8

» Cet azote représente 84 pour 100 de l'azote combiné dans la chair de poisson..

» VI. Crottin de cheval, sec, $8^{gr},724$, contenant 109^{mgr} d'azote (1,25 pour 100).

Urine humaine .... 20^{cc}

Eau pure .... 20^{cc}

---

[1] On se rend compte des progrès de l'absorption de l'oxygène en suivant la diminution progressive du volume de l'atmosphère confinée, ramené à 0° et 760^{mm}.

On a toujours $V_0 = V\frac{H-f-h}{760(1+\alpha t)}$, h étant la hauteur du mercure observée dans le tube bb de l'appareil à expérience; H et f sont donnés par la lecture du baromètre et du thermomètre. Or V est à très peu près constant; V_0 varie donc comme la fraction $\frac{H-f-h}{760(1+\alpha t)}$, et quand celle-ci cesse de diminuer et devient constante, l'absorption de l'oxygène a pris fin. Il se pourrait alors que la fraction se mît à augmenter par suite d'un dégagement de gaz combustibles dans un milieu devenu réducteur; mais ce cas ne s'est pas présenté dans mes expériences.

» Carbonate de soude, 27^{gr}. Air normal au début, mais aucune addition d'oxygène. Après une quinzaine de jours, l'atmosphère n'en contient plus et reste en cet état jusqu'à la fin. Durée de l'expérience : du 6 juillet 1887 au 11 août 1888 (13 mois).

			cc	Pour 100.
Air initial.........	$875^{cc},6$	Azote.................	692,1	
		Oxygène..............	183,5	
Gaz extraits..	$735^{cc},1$	Azote.................	693,9	94,39
		Acide carbonique......	6,5	0,89
		Gaz combustible.......	34,70	4,72

Oxygène consommé.............................. $183^{cc},5$
Azote libre dégagé........ $693^{cc},9 - 692^{cc},1 = 1^{cc},8 =$ $2^{mgr},3$
Ammoniaque dans l'acide.......................... $18^{mgr},9 =$ $15^{mgr},5$ azote
» dans la matière....................... 326^{mgr} $= 268,5$
$284,0$

» Il est remarquable que l'ammoniaque ait été retenue pour la plus grande partie dans la matière, pendant l'extraction, bien que plus de la moitié de l'eau contenue dans cette matière ait distillé dans cette opération.

» Pendant ce long séjour dans une atmosphère privée d'oxygène, le crottin semble à peine altéré, au moins dans sa forme. Sa couleur jaune s'est un peu foncée. L'eau ajoutée avec l'urine avait été ensemencée de poussières organisées par un séjour de plusieurs heures au libre contact de l'air.

» VII. Culture d'*Aspergillus niger* dans le liquide de M. Raulin. On emploie 100^{cc} de ce liquide, contenant, outre les autres substances indiquées par la formule, $4^{gr},67$ de sucre, $55^{mgr},4$ d'azote ammoniacal, $46^{mgr},5$ d'azote nitrique.

» La question était de savoir si la moisissure exhalerait à l'état gazeux une partie de l'azote nitrique.

» Durée de l'expérience : du 17 juin 1887 au 8 février 1889 (20 mois).

			cc	Pour 100.
Air initial...........	$674^{cc},2$	Azote............	532,9	
		Oxygène..........	141,3	
Oxygène introduit			2675,0	
Gaz extraits..........	570,5	Azote............	533,5	93,55
		Oxygène..........	18,9	3,32
		Acide carbonique..	17,9	3,13

Oxygène consommé .... $141^{cc},3 + 2675^{cc} - 18^{cc},9 = 2797^{cc},4$
Azote dégagé...................... $533^{cc},5 - 532^{cc},9 = 0^{cc},6 = 0^{mgr},75$

» La moisissure a couvert le liquide de son mycélium ; ses tiges sont très grêles et longues ; elles finissent par s'affaisser et disparaître. Le liquide extrait est jaune, sen-

siblement alcalin. On y trouve :

Azote ammoniacal.......... 49^{mgr},9 Azote nitrique.......... 4^{mgr},9

d'où résulte :

Azote ammoniacal disparu... 5^{mgr},5 Azote nitrique disparu... 41^{mgr},6

» *Résumé.* — L'ammoniaque est, avec l'acide nitrique, le dernier mode de combinaison auquel puisse parvenir l'azote d'une matière organique qui se décompose. L'ammoniaque produite dans mes expériences correspond donc à des matières azotées qui ont définitivement perdu tout leur azote. Par conséquent, c'est à l'azote ammoniacal qu'il faut comparer l'azote gazeux dégagé, pour connaître la proportion de cet azote gazeux perdue au cours de la décomposition des matières azotées.

» Cette comparaison donne les chiffres suivants :

	Azote			Rapports pour 100.
	dégagé.	ammoniacal.	nitrique disparu.	
	mgr	mgr		
I. Viande	0,6	»	»	»
III. Haricots........	3,8	191,6	»	2,0
IV. Roquefort.......	4,9	169,8	»	2,9
V. Filet de sole.....	3,1	235,8	»	1,3
VI. Crottin et urine..	2,3	284,0	»	0,8
VII. *Aspergillus*.....	0,75	»	41,6	1,8

» En définitive, dans les cas où je me suis placé, les pertes d'azote gazeux ont été minimes. Ces résultats semblent en désacord avec ceux que M. Reiset a obtenus; mais il faut remarquer que la destruction des matières organiques a été poussée fort loin dans mes expériences (l'expérience VI exceptée), tandis que mon savant Confrère n'a observé la viande et le fumier que pendant une première période de leur décomposition. Il est bien possible que le dégagement d'azote se produise surtout dans cette période. Je continue ces recherches. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches démontrant que la toxicité de l'air expiré ne dépend pas de l'acide carbonique.* Note de MM. **Brown-Séquard** et **d'Arsonval.**

« Dans trois Communications que nous avons eu l'honneur de faire à l'Académie (28 novembre 1887, 9 et 16 janvier 1888), nous avons montré

d'abord les relations qui existent entre la tuberculose pulmonaire et l'air sortant des poumons de l'homme et des mammifères domestiques, ensuite la puissance toxique d'une ou de plusieurs substances provenant des poumons. Des recherches nouvelles, faites surtout au commencement de l'année dernière, nous ont montré que le poison unique ou multiple, qui s'échappe avec l'air expiré, peut tuer, à faible dose, même sans être injecté directement dans le sang artériel ou veineux. Injecté sous la peau, le liquide contenant ce poison a causé la mort chez dix-sept lapins sur dix-huit qui en avaient reçu par cette voie de 16^{cc} à 44^{cc}. Chez les deux tiers de ces animaux, la mort a eu lieu de douze à vingt-quatre heures après l'injection. La plupart de ces animaux avaient reçu moins de 32^{cc} du liquide toxique. Le plus petit de ces lapins pesait 1750^{gr}; le plus gros, 2350^{gr}.

Même injecté dans le rectum et dans l'estomac, ce liquide peut tuer; mais nous n'avons vu mourir que deux lapins sur sept ayant reçu de 24^{gr} à 36^{gr} de ce liquide dans l'estomac.

» Cl. Bernard et Bert ont bien montré que l'on peut injecter impunément de l'eau, même en très grande quantité, dans les poumons des mammifères. Nous avons trouvé que l'injection même d'une quantité minime (de 8^{cc} à 12^{cc}) d'eau provenant de la condensation des vapeurs sortant avec l'air expiré détermine la mort, en grande partie par suite d'un travail inflammatoire produit dans les poumons. C'est là, comme on le verra tout à l'heure, un des effets de la respiration d'air confiné.

» Nous avons constaté que ce n'est pas à la présence de microbes dans le liquide pulmonaire qu'est due sa toxicité, car il est tout aussi meurtrier après qu'on l'a soumis à une température de 100° en vase clos que lorsqu'on l'emploie sans l'avoir préalablement chauffé à cette température.

» Depuis près d'un an, désirant voir ce qui arriverait à des animaux recevant le poison pulmonaire tel qu'il existe dans l'air expiré et mêlé à de l'air atmosphérique pur, nous avons fait un très grand nombre d'expériences qui ont confirmé complètement ce que nous avions trouvé par d'autres modes de recherche à l'égard de ce poison.

» Nous avons surtout employé pour ces nouvelles études un appareil qui, après nous avoir bien montré la puissance de toxicité de l'air expiré, nous a permis, à l'aide de quelques additions, de démontrer d'une manière positive que l'acide carbonique de cet air ne participe en rien à sa toxicité. Cet appareil se compose d'une série de vases métalliques dont la cavité est complètement isolée de l'air ambiant par des fermetures hydrauliques. Une trompe aspirante, reliée à un compteur à gaz, fait passer un courant d'air

continu à travers la série de ces vases ou étuves, qui sont reliés l'un à l'autre de telle sorte que ce courant d'air les parcourt successivement. Il en résulte qu'un animal placé dans l'étuve par laquelle entre l'air extérieur respire de l'air pur, alors que tous les autres animaux, soumis à l'expérience dans les autres étuves, respirent de l'air de plus en plus vicié. Il va sans dire que le dernier animal, c'est-à-dire celui dont l'étuve avoisine le plus la trompe aspirante, respire l'air ayant passé par les précédentes étuves et que celui de la deuxième étuve ne respire que l'air de la première.

» Les étuves sont faites de telle sorte que les excréments, tant solides que liquides, expulsés par les animaux, ne peuvent y séjourner. L'étuve se compose d'un cylindre vertical en tôle galvanisée, assez large et assez haut pour donner ample place à un très gros lapin, qui s'y tient sur un treillis en fil métallique. Le cylindre se termine à sa partie inférieure, au niveau de ce treillis, par un cône muni d'une large tubulure formant entonnoir. Cette tubulure pénètre dans de l'eau contenue dans un vase en verre qui reçoit les déjections de l'animal et les débris des aliments qui ont été mis dans l'étuve. L'eau ferme hermétiquement l'ouverture de la tubulure qui y plonge. La partie supérieure de l'étuve porte une rainure circulaire pleine d'eau, dans laquelle plonge le couvercle formé d'un disque de verre enchâssé dans un cercle métallique. Là aussi, comme à sa partie inférieure, l'étuve est hermétiquement close.

» De jeunes lapins de 5 à 7 semaines, mis dans huit vases de cette sorte, y sont morts très rapidement, excepté ceux qui étaient dans le premier et le second, en appelant *premier* le vase par lequel l'air entre dans l'appareil. La mort a eu lieu quelquefois pour le lapin des deux derniers vases, et même pour celui du sixième, au bout de 2 ou 3 jours. Quelques lapins ont cependant résisté 4, 5 ou 6 jours dans les deux dernières étuves. Bien qu'un peu plus tardive, en général, la mort a eu lieu en une semaine dans le quatrième vase, et à peine quelques jours plus tard dans le troisième. Les lapins des cages 1 et 2 ont survécu très longtemps et ne sont morts que par suite d'un accident, le second animal montrant cependant que sa santé était alors très altérée.

» Lorsqu'on retirait un lapin mourant de l'une des cages 3, 4, 5, 6, 7 ou 8, il revenait, en général, à la vie et même à la santé, mais après un temps assez long (de 5 à 10 ou 12 jours).

» La quantité d'acide carbonique, qui était très inférieure à 1 pour 100 dans la cage 2, n'a guère été au-dessus de 2 ou 3 pour 100, en général,

dans les étuves de 6 à 8. Avec une plus grande vitesse du courant d'air, il y a eu parfois encore moins d'acide carbonique dans les dernières cages.

» Des expériences faites sur de gros lapins (pesant environ 2000gr) ont donné à peu près les mêmes résultats, excepté que la résistance a été de plus longue durée, bien que l'altération de l'air ait été plus considérable. Nous avions augmenté du tiers au double la quantité d'air pur fournie dans un temps donné; mais, ces animaux étant trois fois aussi gros que les petits, la proportion d'acide carbonique dans la cage 6 (qui était la dernière) était de 4 à 6 pour 100. Il était donc essentiel de s'assurer si cet acide ne contribuait pas à déterminer la mort.

» Dans de très nombreuses expériences, nous nous sommes assurés que l'acide carbonique pur (non chargé de vapeurs d'acide chlorhydrique) peut être inhalé en proportion notable dans l'air atmosphérique par l'homme, le chien, le lapin et d'autres mammifères. Nous avons nous-mêmes pu respirer pendant plus d'une ou de deux heures de l'air contenant 20 pour 100 de CO^2 sans en être incommodés d'une façon marquée, et surtout sans effet durable. Plusieurs autres personnes travaillant avec nous, et entre autres M. le Dr Hénocque, ont fait cette expérience avec le même résultat [1]. Il est clair pour nous, d'après ces faits et d'autres, que l'acide carbonique, à la dose où il se trouve dans les dernières étuves de notre appareil, ne peut pas participer à la détermination de la mort. Mais il nous fallait pour cela des preuves plus acceptables par tout le monde.

» On se dira qu'il était extrêmement facile de se mettre à l'abri de tout soupçon à l'égard de la toxicité de l'acide carbonique. Il était si facile, en effet, de le faire absorber par un alcali. Malheureusement, cela n'était pas possible sans détruire le poison de l'air expiré. En effet, les alcalis absorbent le poison pulmonaire et purifient l'air qui passe à travers leurs solutions. De telle sorte que, si nous avions fait usage d'alcalis, nous aurions fait disparaître à la fois l'acide carbonique et le poison pulmonaire. Nos animaux auraient tous, dans la cage 6 comme dans la cage 1 et dans toutes les autres étuves, respiré de l'air pur. Pour arriver à notre but, nous avons employé un moyen très simple, qui a consisté à ajouter à notre appareil deux autres étuves semblables aux précédentes, mais séparées des six premières par un large cylindre en verre rempli de perles en verre

---

[1] Nous pouvons même dire que des chiens ont pu, sans mourir, respirer un mélange gazeux contenant *quatre-vingt-quinze pour cent de* CO^2 et *cinq pour cent d'air atmosphérique,* pendant plus de douze minutes.

imprégnées d'acide sulfurique concentré. L'air sortant de la cage 6 passe dans l'intérieur de ce cylindre et, après avoir été soumis à l'influence de l'acide sulfurique, se rend dans l'une des cages additionnelles et de là dans l'autre, d'où il sort attiré par la trompe aspirante. Or, l'acide sulfurique s'empare du poison pulmonaire et des substances organiques (quelles qu'elles soient) qui proviennent des six premières cages, tandis que l'acide carbonique passe librement. L'air arrivant dans les deux nouvelles étuves est donc de l'air privé du poison pulmonaire, mais chargé d'acide carbonique. Or, cet air ne tue pas et nous avons par là, à la fois, une preuve nouvelle de l'innocuité de l'acide carbonique et de la toxicité du poison pulmonaire.

» La mort, dans ces expériences, a lieu comme dans les cas d'injection de liquide pulmonaire dans le sang ou sous la peau. Les symptômes qu'on observe sont les suivants : la respiration est ralentie; le cœur est activé; la température s'abaisse lentement, mais, à la fin, considérablement; de la diarrhée survient très vite et dure tant que vit l'animal. La mort a lieu sans agonie ou tout au moins sans convulsions. L'attitude du cadavre montre qu'il n'y a pas eu de lutte; il repose sur ses pattes repliées et sur son ventre et son thorax, comme dans le sommeil. L'autopsie fait voir que l'animal est mort avec ce que l'un de nous a appelé *arrêt des échanges entre les tissus et le sang*. Il y a du sang rougeâtre, au lieu du sang noir qu'on trouve dans les morts ordinaires, dans le ventricule droit; le sang, plus abondant que dans ces derniers cas dans le ventricule gauche, y est rosé. L'aorte et la veine cave contiennent bien plus de sang qu'à l'ordinaire et la couleur de ce liquide est d'un rouge beaucoup moins noirâtre que dans la mort après agonie. La vessie et le rectum ne se sont pas vidés. Les poumons sont d'un rouge plus ou moins tendre. Ils contiennent des ecchymoses et des foyers d'inflammation, comme chez les animaux tués par une injection de liquide pulmonaire dans les bronches. Ils sont aussi emphysémateux. Le foie, les reins et les autres viscères abdominaux sont congestionnés. Il y a assez souvent des hémorragies dans l'intestin, et quelquefois dans le péricarde.

» On se demandera si c'est bien à un poison venant des poumons qu'est due la mort des animaux dans ces expériences : la réponse est facile à donner. Les symptômes et l'état des organes qu'on observe après la mort se retrouvent dans les cas de ces individus comme dans ceux des animaux tués par une injection de poison pulmonaire dans le sang ou sous la peau. Qu'il y ait dans l'air confiné d'autres causes capables d'altérer la

santé que le poison provenant des poumons, nous ne voulons pas le nier; mais il nous semble, par la raison que nous venons de donner, que c'est surtout, sinon exclusivement, à ce poison que la mort est due, dans notre expérience, après la respiration d'air confiné, pendant quelques jours. »

CHIRURGIE. — *Des abcès spirillaires;* par MM. **Ar. Verneuil** et **Clado.**

« Dans la séance du 3 septembre 1888 ([1]), nous avons eu l'honneur de vous entretenir de la présence dans les abcès de différents microbes associés aux globules de pus et aux microcoques pyogènes et donnant à ces abcès un caractère spécifique. A cette époque, seize variétés étaient signalées et la liste n'était certainement pas close, car nous y avions ajouté déjà le cas très curieux d'un abcès du doigt renfermant des spirilles de la salive.

» Cette constatation tout à fait inattendue, résultat d'une auto-inoculation traumatique par transfert du microbe d'une région à une autre ([2]), nous fit songer à examiner au point de vue bactériologique le contenu des abcès en communication indirecte avec la cavité buccale; il nous semblait possible, *a priori,* que les microbes de la salive s'engageant dans les vaisseaux lymphatiques pussent parvenir jusqu'aux ganglions et se mélanger au pus des adénites cervicales. Or nos prévisions se sont pleinement réalisées dans deux cas que nous avons récemment observés.

» Dans le premier, il s'agissait d'un homme de 28 ans, ayant plusieurs dents cariées ou douloureuses, entre autres la première grosse molaire droite. La gencive était enflammée, ainsi que le périoste alvéolo-dentaire; un abcès formé dans un des ganglions sous-maxillaires était saillant, du volume d'une noix, rouge, fluctuant, prêt à s'ouvrir. La ponction fut faite avec un tube Pasteur et le pus immédiatement examiné au laboratoire. Il renfermait de nombreux leucocytes, des microcoques pyogènes assez abondants et, en quantité beaucoup moindre, des spirilles de la salive bien caractérisés. On trouvait également certains autres microbes qu'on rencontre d'ordinaire dans les fluides buccaux, entre autres le diplocoque à capsule de la pneumonie.

» Le pus était fétide.

» Par la culture, on a obtenu principalement des colonies de staphylocoques dorés, comme en cas de suppuration aiguë des os, mais point de spirilles.

([1]) *Comptes rendus*, p. 461.

([2]) L'origine de cet abcès était singulière. Le malade l'avait contracté pour s'être blessé légèrement le doigt avec le crochet d'une pièce prothétique supportant des dents artificielles.

» Le second cas est relatif à une jeune femme de 20 ans, entrée à l'hôpital pour une adénite sous-maxillaire droite, consécutive à l'extraction d'une molaire cariée faite 15 jours auparavant. L'inflammation était aiguë, mais de date récente encore. Aussi la tumeur ne proéminait guère, offrait à peine le volume d'une amande et formait une plaque dure plutôt qu'une collection liquide. On ne sentait point de fluctuation, mais les douleurs étaient vives avec fièvre, insomnie, inappétence, de sorte que l'on se décida à atteindre le centre du ganglion en suivant les règles opératoires tracées par l'un de nous; une simple ponction, faite avec un bistouri à lame étroite, pénétra dans une cavité très petite dont on put néanmoins extraire trois ou quatre gouttes d'un pus épais non fétide, qui fut immédiatement examiné au microscope.

» Les globules de pus étaient assez nombreux et bien formés; mais, contrairement à ce que l'on avait observé dans le premier cas, les microcoques pyogènes étaient relativement moins abondants que les spirilles, qui existaient en quantité considérable et formaient, en certains points, de véritables touffes filamenteuses.

» A peine si l'on rencontrait quelques-uns des autres microbes buccaux, d'ailleurs tout à fait indépendants des globules purulents. La bouche, soigneusement examinée, ne présentait pas d'autre plaie que celle de l'alvéole.

» Les cultures, comme dans le cas précédent, fournirent surtout en abondance le staphylocoque doré, mais point de spirilles.

» Un tube à drainage fut placé dans la petite incision et poussé jusqu'au fond du foyer purulent; il servit à porter dans ce dernier, aussitôt et dans la suite, des injections phéniquées. Les accidents furent immédiatement arrêtés et les progrès du mal suspendus. Le pus sortant par le drain fut examiné de nouveau quarante-huit heures après l'ouverture du foyer. Il était riche encore en globules purulents, mais pauvre en microcoques pyogènes. Les spirilles ne s'y rencontraient plus.

» A en juger par l'acuité et l'intensité des phénomènes notés dans l'observation précédente, et qu'on retrouve d'ailleurs très souvent dans les phlegmons sus-hyoïdiens d'origine buccale, les microbes de la salive, et surtout les spirilles, semblent posséder à un très haut degré les propriétés phlogogène et pyrogène, sans compter la tendance à produire des phlegmons septiques et gangréneux. Les adénites aiguës du triangle sous-claviculaire, de l'aisselle, du pli de l'aine sont, en effet, incomparablement plus bénignes. Mais ce n'est point seulement dans le système lymphatique et dans les ganglions que la pénétration des fluides buccaux cause de grands désordres, le tissu conjonctif peut être aussi gravement atteint. Nous en avons pour preuve le cas d'une jeune dame de province qui s'est récemment présentée à notre observation.

» Petite, chétive, un peu pâle et d'ailleurs mal remise de sa dernière maladie, elle venait consulter pour une flexion permanente de tous les doigts, dans la paume de la main et de la main elle-même, sur l'avant-bras. Cette attitude vicieuse, qui supprimait pour ainsi dire l'usage du membre et causait encore des douleurs assez vives,

avait pris naissance à la suite d'un phlegmon de la paume de la main, étendu aux espaces intermusculaires de la face antérieure de l'avant-bras; il avait fallu faire des incisions multiples, larges et profondes, suivies de lavages et de pansements antiseptiques, et c'est au bout d'un mois seulement que le phlegmon avait disparu et que les plaies s'étaient cicatrisées. A peine est-il nécessaire de dire qu'une fièvre violente avec douleurs très intenses avait, pendant plusieurs jours, inspiré de sérieuses inquiétudes.

» Mais l'intérêt de ce cas réside surtout dans les circonstances étiologiques.

» La dame avait presque toutes les dents gâtées. Un jour, elle se piqua très légèrement la paume de la main avec la pointe d'une petite lime à ongle dont elle venait de se servir pour gratter la cavité d'une de ses dents. Cette blessure insignifiante donna naissance, dès le lendemain, à un phlegmon sous-aponévrotique très intense, avec formation de pus mélangé de gaz et horriblement fétide. Une incision très précoce n'empêcha pas la propagation de l'inflammation à l'avant-bras et au bras, où il fallut inciser de nouveau.

» Bien que l'examen microscopique n'ait point été fait dans le cas précédent, nous n'hésitons pas à le rapprocher de celui du panaris à spirilles signalé plus haut. Ces deux observations réunies mettent en pleine évidence les propriétés éminemment délétères des fluides buccaux et le danger de leur auto-inoculation, au moins chez les sujets atteints de carie dentaire.

» Tout porte à croire que les accidents sont dus à quelques microbes pathogènes. Reste à savoir si les spirilles en sont particulièrement responsables [1]. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place de Secrétaire perpétuel devenue vacante par la démission de M. *Pasteur*.

Cette Commission doit se composer de six Membres pris dans les Sections des Sciences physiques et du Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont MM. Duchartre, Daubrée, Fremy, de Quatrefages, Peligot et Charcot.

---

[1] Nous trouvons dans la *Revue des Sciences médicales* de Hayem, 15 janvier 1889, p. 317, à l'article Abcès, l'indication suivante : *Abcès sous-maxillaire; présence dans le pus du microcoque tétragène,* par M. Roswell Park, *Med. News,* 6 oct. 1888. Nous n'avons pu nous procurer ce Recueil.

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Les Acridiens et leurs invasions en Algérie.* Note de M. **J. Künckel d'Herculais.** (Extrait par l'auteur.)

« Envoyé par le Ministre de l'Instruction publique en mission en Algérie, sur la demande du Gouverneur général, j'ai été chargé de la direction du Service d'études et de destruction des Acridiens migrateurs.

» Il régnait une grande confusion sur la nature de l'espèce ou des espèces d'Acridiens qui ravagent la Colonie. Suivant l'opinion générale, on avait affaire à l'*Acridium peregrinum* des invasions de 1845, 1866, 1874. De l'examen des documents et de l'observation sur le terrain se dégagea une conclusion : si l'Algérie recevait à des intervalles plus ou moins éloignés la visite de la Sauterelle de la Bible, venant par étapes du centre africain, elle avait eu à subir à plusieurs reprises les ravages d'une autre espèce, le *Stauronotus maroccanus* Ehrenberg. On n'avait donc plus à lutter depuis 1884 avec une espèce nomade, mais avec une espèce autochtone, par cela même plus redoutable. Je me suis convaincu que les années qui ont laissé dans l'histoire de notre Colonie un triste souvenir sont celles où les invasions des deux espèces ont coïncidé (1845, 1866, 1874).

» Le *St. maroccanus* a une ère de distribution géographique immense : elle embrasse les régions montagneuses du bassin de la Méditerranée; il a commis de grands ravages en Espagne, à l'île de Chypre, en Asie Mineure, dans la Russie méridionale; il menace actuellement la Hongrie. Dans le nord de l'Afrique, son habitat comprend toute la région montagneuse qui s'étend de l'Atlantique au golfe de Gabès, en bordure du Sahara, à travers le Maroc, l'Algérie et la Tunisie, *région permanente,* les Hauts-Plateaux, *région subpermanente,* et le Tell, *région temporaire.*

» J'ai dû me préoccuper de tracer un programme méthodique de défense. J'ai pensé qu'il était d'une importance capitale de se rendre compte de la multiplication probable des Acridiens; j'ai recommandé, à cet effet, de déterminer l'emplacement et la superficie des gisements d'œufs en les inscrivant sur des *cartes croquis,* accompagnées de commentaires, puis sur des *cartes communales et départementales,* de manière à constituer la carte complète des pontes. Habilement secondé par le personnel de l'Administration algérienne, j'ai fait dresser la *Carte générale de prévision de l'inva-*

sion de 1889 que je présente à l'Académie. Les gisements d'œufs couvrent au moins 150 000 hectares.

» Les Alouettes et les Étourneaux sont de grands destructeurs des œufs; la chasse des Alouettes, que l'on expédiait par chargements sur Marseille, a été interdite. J'ai reconnu que le *Ver* qui dévore les œufs dans les coques ovigères est la larve d'un Insecte diptère de la famille des Bombylides; des gisements en renferment 10, 20, 30 et jusqu'à 50 pour 100. J'ai découvert d'autres larves de Diptères, de la famille des Muscides, s'attaquant aux Acridiens eux-mêmes et les faisant périr; j'ai trouvé dans les coques des larves de Cantharidiens et j'ai pu ainsi vérifier les belles observations faites en Amérique par M. Riley, observations si importantes au point de vue de la phylogénie des Insectes coléoptères.

» Les Champignons jouent un rôle destructeur des plus puissants et je me suis assuré que, dans certains gisements, 70 pour 100 des œufs avaient été atteints, et que dans d'autres 100 pour 100 avaient été anéantis. J'ai vérifié l'exactitude des observations des naturalistes russes Metschnikoff et Krassiltschick, qui démontrent que l'arrêt subit des invasions des Acridiens est dû au développement des Cryptogames parasites des œufs.

» Quels que soient les excellents effets des causes naturelles de destruction, ils sont malheureusement insuffisants.

» Le ramassage des coques ovigères a été pratiqué d'août jusqu'à la fin de décembre pour venir en aide aux Arabes menacés de la famine; il a permis de récolter 10 666^{mc} de coques. Le labourage produit d'excellents effets; j'en ai découvert le motif : par le bouleversement des gisements, on dérange la situation normale des coques ovigères; les jeunes Acridiens sont alors mis dans l'impossibilité de soulever l'opercule qui ferme leur demeure.

» Dans tous les pays qui ont à souffrir de l'invasion des Acridiens, on est unanime à concentrer tous les efforts en vue de la destruction des jeunes. J'ai été chargé de mettre en pratique les procédés de destruction qui avaient permis aux Anglais de débarrasser l'île de Chypre de ses ennemis, procédés que j'avais préconisés dès 1886. 6000 appareils cypriotes, de 50^{m} de longueur et de 0^{m},85 de hauteur, en toile de cretonne, avec bande de toile cirée de 0^{m},10 opposant au passage des Acridiens une surface glissante infranchissable, sont en cours de fabrication, soit 300^{km} de barrages mobiles.

» Toutes les mesures de prévoyance sont donc prises en vue de résister à l'invasion en 1889. »

CORRESPONDANCE.

La **Société Gay-Lussac** annonce à l'Académie la formation d'un Comité chargé de présider à l'érection d'une statue à *Gay-Lussac* sur l'une des places publiques de la ville de Limoges.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Rapport général présenté par l'Académie de Médecine à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies françaises pendant l'année 1887.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète, découverte le* 8 *février* 1889 *à l'observatoire de Nice.* Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates 1889.	Temps moyen de Nice.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Févr. 8	9.56.48	9.40.52,65	$\bar{1},418_n$	79.40.37,5	$0,709_n$
9	8.37. 6	9.40. 5,45	$\bar{1},557_n$	79.38.18,4	$0,731_n$

» La planète est de grandeur 12,5 (1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Des fonctions thêta sur la surface générale de Riemann.* Note de M. **Félix Klein**, présentée par M. Hermite.

« J'ai, à la fin d'une Communication récente (2), fait la remarque que la définition donnée pour la surface générale de Riemann des fonctions principales $\Omega(x,y)$ conduit à une construction rationnelle des fonctions thêta appartenant à cette surface. Je voudrais indiquer maintenant les formules les plus simples se rapportant à ce point de vue.

(1) M. Perrotin, Directeur de l'observatoire de Nice, fait remarquer que c'est, en moins de quinze jours, la deuxième découverte de ce genre que l'on doit au jeune observateur. H. F.

(2) Voir *Comptes rendus* (21 janvier 1889).

» J'ai à m'appuyer tout d'abord sur les recherches connues [1] de MM. Weber et Nöther, dans lesquelles les quotients des fonctions θ appartenant à la surface de Riemann sont exprimés sous une forme algébrique particulièrement symétrique. Supposons que la surface de Riemann soit, comme dans ma Note précédente, analytiquement donnée par les rapports des fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_p$ correspondantes; $\Phi', \Phi'', \ldots$ représentent des fonctions homogènes du troisième degré des φ. On a alors à établir qu'à chaque fonction θ correspond un système déterminé, $(2p-2)$ fois infini, de telles fonctions Φ; celles-ci n'ont que des racines doubles sur la surface de Riemann. Un tel système se met sous la forme irrationnelle

$$(1)\qquad \left(\alpha'\sqrt{\Phi'} + \alpha''\sqrt{\Phi''} + \ldots + \alpha^{(2p-2)}\sqrt{\Phi^{(2p-2)}}\right)^2,$$

où les α désignent des paramètres arbitraires constants. Soient maintenant

$$1,\quad 2,\quad \ldots,\quad (2p-2)$$

$2p-2$ positions quelconques sur la surface de Riemann; désignons par $\Phi'_1, \Phi''_1, \ldots$ les valeurs que prennent les Φ en ces points, et par $w_1, w_2, \ldots, w_p$ les sommes d'intégrales de première espèce :

$$(2)\qquad \begin{cases} w_1 = \int^1 dw_1 + \int^2 dw_1 + \ldots + \int^{2p-2} dw_1, \\ w_2 = \int^1 dw_2 + \int^2 dw_2 + \ldots + \int^{2p-2} dw_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

les limites inférieures de ces intégrales correspondant à des positions où une combinaison linéaire de φ s'annule. Les géomètres nommés plus haut considèrent alors le déterminant suivant :

$$D = \begin{vmatrix} \sqrt{\Phi'_1} & \sqrt{\Phi''_1} & \ldots & \sqrt{\Phi_1^{(2p-2)}} \\ \sqrt{\Phi'_2} & \ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ \sqrt{\Phi'_{(2p-2)}} & \ldots & \ldots & \ldots\ldots \end{vmatrix}$$

---

[1] Weber, dans sa *Théorie des fonctions abéliennes de genre* 3 (Berlin, 1876); Nœther, *Math. Annalen*, t. XXVIII.

et montrent que les fonctions θ correspondant au système des Φ, formées avec les arguments (2), peuvent s'écrire

$$(4) \qquad \theta(w_1, w_2, \ldots, w_p) = \mathrm{CMD},$$

où M est un facteur qui reste le même pour toutes les fonctions θ, tandis que C est une constante qui varie d'une fonction θ à l'autre.

» Les fonctions θ dont nous voulons nous occuper ici sont les fonctions générales, c'est-à-dire qu'elles se déduisent de la théorie ordinaire des fonctions θ par un facteur tout à fait arbitraire, de la forme

$$k e^{\Sigma\Sigma c_{\lambda,\mu} w_\lambda w_\mu},$$

où l'exponentielle doit être la même pour les 2^{2p} thêta, mais où k est une constante pouvant varier d'une fonction à l'autre. Dans ces conditions, le facteur C de la formule (4) est indéterminé; le facteur M peut être aussi changé par l'introduction d'un facteur exponentiel arbitraire; *notre problème revient à trouver la valeur du facteur* M, *dans les limites d'indétermination indiquées*.

» On y arrive très simplement à l'aide des formes principales $\Omega(x, y)$.

» Introduisons d'abord une autre fonction du point x du domaine algébrique, fonction que nous appellerons la *forme moyenne* $m(x)$. Elle sera définie par la formule

$$(5) \qquad m(x) = \frac{\Omega(x, \xi')\,\Omega(x, \xi'')\ldots\Omega(x, \xi^{(2p-2)})}{a_x}.$$

» Ici a_φ représente une combinaison linéaire des φ (a_x se déduit de a_φ, dans lequel, à la place des coordonnées φ, on introduit les coordonnées x_1, $x_2, \ldots, x_p$ des positions x); $\xi', \xi'', \ldots, \xi^{(2p-2)}$ sont les zéros de a_φ sur la surface de Riemann.

» La fonction principale $\Omega(x, y)$ est en x de degré $-\frac{1}{2}$; $m(x)$ est alors une fonction homogène de degré $(-p)$ des x. La fonction $m(x)$ ne devient ni nulle ni infinie sur la surface de Riemann.

» La loi de formation du facteur M se trouve maintenant immédiatement, si l'on compare les propriétés des fonctions $\theta(w_1, w_2, \ldots, w_p)$ avec celles des déterminants correspondants D. Quand $\theta = 0$, on a aussi $D = 0$, mais D a aussi d'autres racines, car il s'annule quand deux des positions $1, 2, \ldots, (2p-2)$ coïncident, ce que θ ne fait pas. Ensuite θ est, comme fonction des sommes d'intégrales w_α, une fonction de degré zéro des coor-

données homogènes des positions 1, 2, ..., $(2p-2)$, mais D est une fonction homogène de degré $\frac{3}{2}$.

» Par conséquent, pour obtenir θ, *nous avons d'abord à diviser* D *par le produit de toutes les formes principales*

$$\Omega(i,k) \qquad [i,k=1,2,\ldots,(2p-2)];$$

puis alors, pour avoir une fonction de degré zéro par rapport aux coordonnées homogènes de chaque point, à multiplier par toutes les formes moyennes

$$m(i) \qquad [i=1,2,\ldots,(2p-2)];$$

» Nous avons ainsi

$$M = \frac{\prod_i m(i)}{\prod_i \prod_k \Omega(i,k)}; \tag{6}$$

c'est la formule fondamentale que nous voulions obtenir. »

MÉCANIQUE. — *Sur les réductions du problème des n corps qui conservent certaines distances mutuelles.* Note de M. **Andrade**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter lundi dernier à l'Académie, j'ai indiqué une solution au moins particulière de ce problème :

« Profiter des intégrales du centre de gravité pour réduire le problème » de n corps à un problème analogue pour $n-1$ corps, en *s'imposant la* » *condition de conserver certaines distances mutuelles :* $\frac{n}{2}$ *ou* $\frac{n-1}{2}$ *au plus.* »

» La solution indiquée conserve un système de distances mutuelles tel, qu'il n'en existe jamais deux qui aboutissent à un même corps. Il y aurait, sans doute, intérêt à conserver les distances de plusieurs corps à l'un d'eux regardé comme corps principal, ainsi qu'est le Soleil à l'égard des planètes. Malheureusement, cette réduction désirable est impossible.

» En effet, soient

m_0 la masse principale;
m_i celle de l'un des p corps dont la distance à m_0 doit être conservée;
m_j l'une des masses restantes.

» En ayant égard à la relation

$$m_0 x_0 + \Sigma m_j x_j + \Sigma m_i x_i = 0$$

et en posant

$$x_i = x_0 + \xi_i, \qquad M_i = m_0 + \Sigma m_i,$$

la forme quadratique

$$m_0 x_0^2 + \Sigma m_j x_j^2 + \Sigma m_i x_i^2$$

se change en cette autre, où les variables sont indépendantes,

$$\left[\frac{(\Sigma m_j x_j)^2}{M_i} + \Sigma m_j x_j^2 - \frac{(\Sigma m_i \xi_i)^2}{M_i}\right] + \Sigma m_i \xi_i^2,$$

et dont la première partie, décomposée en carrés, devrait contenir les ξ_i parmi les variables finales.

» Faisons ensuite, ce qui est toujours supposé possible,

$$\frac{(\Sigma m_j x_j)^2}{M_i} + \Sigma m_j x_j^2 = \sum_{j=1}^{j=q} u_j^2;$$

puis introduisons de nouvelles variables v en posant

$$u_j = \alpha_{j1} v_1 + \alpha_{j2} v_2 + \ldots + \alpha_{jq} v_q + \lambda_{j1} \xi_1 + \lambda_{j2} \xi_2 + \ldots + \lambda_{jp} \xi_p.$$

» Entre autres conditions, nous avons à satisfaire à celles-ci, où les λ ne peuvent être tous nuls,

$$\left.\begin{array}{l} \sum_j \lambda_{jk} \alpha_{j1} = 0 \\ \sum_j \lambda_{jk} \alpha_{j2} = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \sum_j \lambda_{jk} \alpha_{jq} = 0 \end{array}\right\} \quad (k = 1, 2, 3, \ldots, p) \quad (p \geqq 2).$$

» Or ces conditions sont incompatibles avec l'indépendance des u_j.

» La solution indiquée dans ma Note précédente est donc la plus générale. »

PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption de l'épidote.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« Dans des recherches sur les spectres d'absorption observés au travers des cristaux [1], j'ai montré que chaque bande d'absorption admettait trois directions rectangulaires de symétrie, suivant l'une desquelles la bande disparaît généralement. Ces directions ne coïncident entre elles, pour les diverses bandes d'un même cristal, que si la symétrie cristalline l'exige. Dans les cristaux clinorhombiques, l'axe de symétrie est une *direction principale d'absorption* commune; les deux autres directions principales rectangulaires des diverses bandes peuvent être diversement orientées dans le plan de symétrie. J'ai montré, en outre, que deux bandes, n'ayant pas les mêmes directions principales, devaient appartenir à des substances différentes, dont elles révélaient ainsi la présence.

» Il était important de vérifier par des mesures photométriques les conséquences des principes déduits des recherches citées plus haut, et ces vérifications exigeaient l'étude préalable des spectres d'absorption d'un cristal présentant de larges bandes. J'ai choisi, pour cette étude, l'épidote, dont j'avais déjà antérieurement observé les principaux caractères d'absorption, et qui a fait l'objet de nombreuses mesures photométriques d'absorption de la part de divers auteurs; aucun de ceux-ci ne paraît du reste avoir eu connaissance des spectres d'absorption de cette substance.

» Lorsque les vibrations lumineuses, qui traversent un cristal d'épidote verte, sont parallèles à l'axe de symétrie, presque toute la région visible est absorbée. Au contraire, lorsque les vibrations lumineuses sont parallèles au plan de symétrie g_1, on aperçoit, dans le spectre, diverses bandes qui, pour des orientations convenables, disparaissent tour à tour. Ces bandes peuvent se définir comme il suit :

» Dans la région orangée apparaît une bande peu intense, ayant pour longueur d'onde moyenne $\lambda = 603$ environ, et s'étendant de façon à recouvrir la région D. Je la désignerai par γ.

» Un groupe, que j'appellerai β, se compose de trois bandes larges et fortes, ayant les mêmes directions principales, et dont les longueurs

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 170; 1888.

d'ondes moyennes sont :

$$\lambda_{\beta_1} = 473,5, \quad \lambda_{\beta_2} = 456,7, \quad \lambda_{\beta_3} = \text{de } 429 \text{ à } 425 \text{ environ.}$$

Ces bandes, quand l'absorption est maximum, se recouvrent et occupent tout le spectre, depuis la région verte, jusqu'au delà de G.

» Enfin une bande α, étroite et très intense, $\lambda_\alpha = 453,4$ environ, apparaît seule lorsque l'absorption du groupe β est minimum.

» Les directions principales d'absorption de ces bandes ont été observées par les méthodes décrites dans les recherches citées plus haut, soit au travers de plaques, soit au travers de cylindres ayant pour génératrice l'axe de symétrie, et environ 2^{mm} de diamètre, cylindres très habilement taillés par M. Werlein. Ces directions ont été rapportées à celles des axes optiques, dans le plan g_1 ; les axes optiques ont été déterminés pour des rayons rouges de longueur d'onde moyenne $\lambda = 658$ et pour des rayons verts, $\lambda = 529$ environ. Les azimuts de chaque direction ont été comptés à partir de la bissectrice de l'angle obtus des axes rouges, dans le sens de la dispersion des axes verts. On a ainsi obtenu, avec deux cylindres d'épidote, comme moyenne de nombreuses séries concordantes, les azimuts indiqués dans le tableau suivant :

	Épidote verte (Tyrol).	Épidote jaune clair (Tyrol).
	° ′	° ′
Bissectrice obtuse (axes rouges)	0	0
Maximum d'absorption de α	»	24.27
Axe rouge n° 1	52.59	48.53
Axe vert n° 1	53.42	49.55
Disparition de β	68.37	»
Minimum d'absorption de γ	86.28	»
Disparition de α	»	114. 8
Axe rouge n° 2	127. 1	131. 6
Axe vert n° 2	127.24	131.38
Maximum d'absorption de β	158.37	164.42
Maximum d'absorption de γ	176.28	»

» On remarquera que les deux axes ont des dispersions fort inégales, et que les angles des axes varient d'un échantillon à l'autre.

» Les directions rectangulaires du minimum et du maximum d'absorption de la bande γ ont été l'objet d'une vérification importante. Dans un travail relatif à l'épidote et sur lequel je reviendrai ultérieurement, M. W. Ramsay avait observé que les directions du maximum et du minimum d'absorption, dans le plan g_1, étaient rectangulaires pour certains rayons

verts et ne l'étaient plus pour les radiations rouges. J'ai vérifié avec grand soin, pour des radiations ayant exactement les mêmes limites de longueur d'onde que la bande γ, que les directions du maximum et du minimum d'absorption de cette bande, dans le plan g_1, sont rectangulaires. La moyenne de nombreuses mesures ne diffère pas de 90° de plus de quelques minutes d'angle, imputables aux erreurs de centrage et de mesure.

» Les directions principales anomales des trois groupes α, β, γ montrent qu'ils appartiennent à des substances différentes. On trouve une preuve de cette déduction dans la répartition inégale de ces matières dans des épidotes de diverses provenances. Ainsi, dans l'épidote jaune clair, du Tyrol ou du Piémont, la bande α subsiste presque seule avec toute son intensité. Des traces du groupe β permettent de déterminer l'orientation du maximum d'absorption de ce groupe, dans ce cristal. La bande β_2 ($\lambda = 456,7$) est juxtaposée à la bande α et apparaît faiblement au moment où celle-ci est sur le point de disparaître, de sorte que, si le spectroscope n'est pas assez dispersif et si l'on n'a pas un repère fixe, l'œil peut substituer involontairement une bande à l'autre et ne plus constater la disparition cherchée. Dans l'épidote verte, au moment où l'on devrait observer cette disparition, les bandes β ont déjà envahi le spectre.

» La présence d'une bande d'absorption anomale ne suffit pas, comme je l'ai montré antérieurement, pour caractériser un corps simple distinct, et deux bandes différentes peuvent appartenir à deux composés différents d'un même corps. On ne peut donc pas se prononcer sur la nature des matières donnant les bandes α, β, γ. La bande γ est analogue à l'une des bandes des verres de cobalt; les bandes β peuvent être dues au fer; quant à la bande α, elle offre les mêmes caractères qu'une bande ($\lambda = 463,5$) du spectre ordinaire de l'idocrase, et qui disparaît dans le spectre extraordinaire. On retrouve cette bande dans les idocrases vertes et jaune clair.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai comment la superposition des différents spectres décrits plus haut permet de rendre compte d'une manière complète des irrégularités d'absorption que l'on constate dans l'épidote par des mesures photométriques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électrolyse.* Note de MM. VIOLLE et CHASSAGNY, présentée par M. Mascart.

« La décomposition de l'eau au moyen d'un courant énergique est accompagnée de phénomènes lumineux et calorifiques, signalés, il y a plus de

quarante ans, par MM. Fizeau et Foucault ([1]), et étudiés depuis par un grand nombre de physiciens. L'emploi d'une machine Gramme, pouvant débiter 40 ampères avec une force électromotrice de 110 volts, nous a permis d'obtenir facilement ces phénomènes, de les observer dans des conditions bien définies et d'en remarquer quelques circonstances nouvelles.

» Dans de l'eau contenant $\frac{1}{10}$ d'acide sulfurique ([2]) plongeait profondément un fil de platine de $4^{mm},5$ de diamètre. L'électrode négative était constituée par un fil de platine de $1^{mm},6$ de diamètre, que l'on enfonçait très lentement dans le liquide froid.

» Si la différence de potentiel aux bornes du voltamètre est supérieure à 32 volts, on observe autour du fil négatif une gaine lumineuse, qui le sépare du liquide et dans laquelle s'effectue exclusivement le dégagement d'hydrogène. Elle offre au passage du courant une résistance très forte, qui diminue lentement à mesure que la gaine s'étale en pénétrant dans le liquide avec le fil, et qui tombe brusquement au moment où la gaine disparaît pour faire place au dégagement ordinaire par bulles. Le Tableau suivant indique la longueur maximum l que peut atteindre la gaine pour une force électromotrice donnée E dans un liquide froid; I est l'indication d'un ampère-mètre Deprez-Carpentier, intercalé dans le circuit :

l.	E.	I.	EI obs.	EI calc.
cm	volts	amp		
1	35	0,9	32	32
2	39,3	1,6	63	64
3	41,5	2,4	99	96
4	42,8	3,1	132	128
5	44	3,7	163	160
6	44,8	4,3	192	192
7	45,5	4,8	218	224
8	46			

» Les quantités d'énergie électrique dépensées dans le voltamètre sont sensiblement proportionnelles aux longueurs maxima de gaine qu'elles peuvent produire.

» La lumière qui se manifeste sur l'électrode est discontinue : ce sont

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XI, p. 383; 1844.

([2]) Avec une moindre proportion d'acide, les phénomènes sont moins nets.

d'abord seulement quelques points brillants, orangés, à l'extrémité du fil; puis un semis de couleur violette s'étend sur toute la partie immergée.

» Cette partie s'échauffe beaucoup, et la caléfaction contribue puissamment à l'entretien de la gaine. Si, en effet, on supprime le courant, la gaine ne disparaît pas immédiatement et un bruissement se produit quand le liquide arrive au contact du métal. De même, le passage de la gaine aux bulles, lorsque l'électrode graduellement immergée atteint une certaine profondeur, est accompagné d'une sorte d'explosion. D'autre part, avec un potentiel inférieur à 32 volts, on peut produire la gaine sur le fil négatif préalablement chauffé; mais alors le phénomène est passager, et bientôt le dégagement par bulles se fait au travers du liquide arrivé en contact avec le fil refroidi.

» La gaine étant établie sur une certaine longueur, si l'on fait croître progressivement la différence de potentiel entre les deux électrodes, les manifestations calorifiques et lumineuses augmentent d'intensité. Les décharges qui illuminent la gaine deviennent plus nombreuses et plus vives. Le dégagement de gaz s'accélère; le liquide s'élève autour de l'électrode; la gaine s'élargit et se déchire avec lumière et avec bruit en grosses bulles pressées. La partie immergée de l'électrode rougit et peut même fondre : avec une force électromotrice de 80 à 100 volts, on fond facilement le fil de platine de $1^{mm},6$ de diamètre, plongeant de 2^{cm} à 4^{cm}, tandis que la partie extérieure du même fil est à peine chaude.

» Avec une grande différence de potentiel, il est difficile d'établir et plus difficile encore de maintenir la gaine, qui, à la moindre agitation, se transforme en bulles crépitantes.

» Cette forme bruyante de l'électrolyse s'accompagne d'une désagrégation superficielle de l'électrode négative : bientôt le liquide se charge d'une poudre noire très lourde, constituée essentiellement par un hydrure de platine, décomposable dans le vide au-dessus de 400° [1], et correspondant à la formule Pt^2H.

» Nous ne nous sommes occupés jusqu'ici que des phénomènes qui se manifestent au pôle négatif. On peut aussi observer une gaine sur l'électrode positive. Il suffit, pour cela, d'intervertir les conditions de l'expérience, d'attacher au pôle négatif le fil de $4^{mm},5$ toujours profondément plongé dans la même eau acidulée au $\frac{1}{10}$, et d'enfoncer graduellement l'électrode positive constituée par le fil de $1^{mm},6$. On constate tout de suite une

(1) Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 530; 1883.

plus grande difficulté à obtenir la gaine, qui ne se forme pas nettement à moins de 50 volts, mais qui, en revanche, montre une persistance remarquable; elle est, d'ailleurs, beaucoup moins lumineuse.

» Si l'on produit d'abord la gaine sur le gros fil, le fil fin étant plongé de 2^{cm} à 3^{cm}, à mesure que l'on enfonce le gros fil, la gaine s'allonge jusqu'au point où elle disparaît brusquement; mais aussitôt l'intensité du courant augmente, et l'autre électrode peut s'échauffer assez pour se couvrir, à son tour, d'une gaine lumineuse ou de bulles crépitantes.

» Des phénomènes semblables, mais beaucoup moins intenses, se manifestent dans l'eau acidulée avec de l'acide phosphorique. La décomposition normale est plus difficilement troublée, comme l'a déjà indiqué M. Mascart [1]. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observations actinométriques faites à Kief.* Note de M. **R. Savelief**, présentée par M. Janssen.

« 1° *Marche de la radiation solaire pendant l'année* 1888. — Les observations ont été faites par de belles journées, à mon domicile, à la gare des marchandises, à quelques kilomètres de Kief. Je me suis servi d'un actinomètre de M. Crova que ce physicien a bien voulu étalonner lui-même avec soin. Les méthodes d'observation et de calcul sont identiques à celles qui ont été employées par M. Crova.

» Les observations étaient faites de $10^h 30^m$ à midi. Je rejetais celles pour lesquelles le réchauffement et le refroidissement avant et après l'insolation n'étaient pas réguliers, ainsi que celles qui donnaient des valeurs accidentellement déprimées, probablement par suite de la présence de vapeurs absorbantes invisibles; j'ai adopté comme nombre définitif la moyenne des trois à sept observations restantes, qui concordaient généralement à $\pm 0^{Cal},08$ près. Voici le résultat de ces observations :

» L'intensité augmente à partir du mois de mars ($1^{Cal},24$) jusqu'au 8 mai, où elle atteint son maximum ($1^{Cal},39$); puis elle diminue lentement pendant l'été; cette diminution apparaît plus tard en Russie qu'en France, les froids du mois de mai se continuant plus tard, à mesure qu'on se déplace vers l'est.

» Le minimum secondaire de l'été a lieu au commencement de juillet

---

[1] Mascart, *Journal de Physique*, 2e série, t. I, p. 111; 1882.

(1,18), les minima de cette époque coïncidant avec les valeurs élevées de la tension de la vapeur d'eau.

» Au mois de septembre se produit le maximum secondaire (1,23), puis la courbe s'abaisse régulièrement jusqu'au solstice d'hiver (1,13).

» Quoique, en raison de la latitude de Kief, supérieure de près de 7° à celle de Montpellier, les épaisseurs atmosphériques traversées par le Soleil à midi soient plus grandes, on voit, en comparant les valeurs trouvées dans ces deux villes, qu'elles sont presque identiques, et que les lois de variation y sont sensiblement les mêmes; c'est là une preuve de la plus grande transparence calorifique de l'air à Kief qu'à Montpellier.

» 2° *Détermination de la constante solaire à Kief.* — La journée du 7 janvier 1889 a été magnifique; le ciel a été d'un bleu pur, sans aucun nuage du matin au soir; la vitesse du vent ne dépassait pas un mètre par seconde et le baromètre est demeuré à peu près fixe, de $765^{mm},7$ à $766^{mm},3$; la température a varié de $-6°,5$ à $-12°,3$; la direction du vent était sensiblement celle de l'ouest.

» J'ai fait quarante-deux observations actinométriques, de 9^h du matin au coucher du Soleil; j'en ai éliminé trois, dans le voisinage de midi, qui donnaient des valeurs trop déprimées ($1^{Cal},10$, tandis que j'avais $1^{Cal},15$ à 11^h40^m et $1^{Cal},12^m$ à 12^h48^m); j'ai divisé les trente-neuf restantes en quatorze séries contenant chacune de deux à trois observations dont j'ai pris les moyennes, qui ne différaient que de $\pm 0^{Cal},02$ des valeurs individuelles.

» Les épaisseurs atmosphériques ont été calculées par la formule de Laplace et ramenées à l'unité de masse en les multipliant par $\frac{H}{760}$. La courbe horaire des calories a été convertie en courbe des calories en fonction des épaisseurs, et le calcul de la constante solaire a été fait en employant la méthode et la formule de M. Crova.

» La courbe horaire était remarquablement symétrique par rapport à l'ordonnée de midi; la courbe des valeurs de $\log y$ en fonction de x différait d'une droite, ce qui prouve que la loi de Bouguer n'est pas applicable. Je suis arrivé, en dernière analyse, à la formule

$$y = \frac{2^{Cal},86}{(1+x)^{0,625}},$$

dans laquelle $Q = 2,86$ est la moyenne de quatorze résultats, variant de $2^{Cal},90$ à $3^{Cal},11$, et, en moyenne, $2^{Cal},96$. Cette valeur, réduite à la moyenne distance du Soleil, en la multipliant par le carré du rayon vecteur, devient 2,86.

» L'erreur probable de Q est de $\pm 0^{Cal},02$.

» Les différences entre les valeurs de y, mesurées sur la courbe et calculées par la formule, atteignent un maximum de $+0^{Cal},011$ et un minimum de $-0^{Cal},003$, les épaisseurs atmosphériques ayant varié de 4 à 11.

» La plus grande valeur de Q, obtenue à Montpellier, par M. Crova, au moyen de son actinomètre enregistreur, est $2^{Cal},70$, sans réduction au rayon vecteur moyen, et 2,63 après réduction; celle que j'ai obtenue lui est de 9 pour 100 supérieure.

» Des remarquables observations bolométriques de M. Langley, il résulte que le rapport de la constante solaire à la quantité de chaleur reçue sur le sol sous l'incidence verticale est 1,57; d'après mes observations, ce rapport est 1,55 : la concordance est frappante.

» Les résultats des déterminations précédentes nous montrent, une fois de plus, la grande transparence calorifique de l'atmosphère en Russie, surtout en hiver, et quel intérêt il y aurait à développer les observations actinométriques sur divers points du globe, mais plus spécialement en Russie. »

Remarques sur les observations de M. R. Savelief; par M. **A. Crova.**

« Ces observations sont d'un grand intérêt, car elles nous montrent que la loi des variations annuelles de la radiation solaire est sensiblement la même à Kief qu'à Montpellier; que la transparence calorifique de l'atmosphère est plus grande dans la première station; que la constante solaire déterminée par une belle journée d'hiver en Russie peut atteindre une valeur très voisine de 3^{Cal}, dont nous n'avons pu approcher, M. Houdaille et moi, qu'en installant un actinomètre enregistreur au sommet du mont Ventoux, et qui atteint presque le nombre obtenu par M. Langley, dans ses remarquables recherches au sommet du Peakes Peak du Colorado; enfin, la dépression de midi, observée à Montpellier, s'est aussi accusée à Kief.

» Je ne doute pas que ces analogies ne s'accentuent davantage si l'on installait en Russie un actinomètre enregistreur; il est probable que les oscillations diurnes y seraient plus faibles, surtout en hiver, à cause de la nature continentale du climat; on y obtiendrait certainement un nombre de courbes symétriques et calculables plus considérable qu'à Montpellier, où le voisinage de la mer exerce une influence perturbatrice. On voit aussi

que la valeur la plus probable de la constante solaire diffère peu de 3^{Cal} d'après les observations de M. Langley, de M. Houdaille et moi, et de M. Savelief : l'application de l'enregistrement à des séries d'hiver en Russie, dans des conditions favorables, conduirait probablement à des valeurs supérieures même à 3^{Cal}.

» Il ne suffit pas d'observer à une grande altitude pour avoir les meilleurs résultats : les basses températures et un climat continental sont aussi d'excellentes conditions; en les réunissant, on pourra obtenir des valeurs encore plus exactes de la constante solaire et s'occuper alors de rechercher ses variations périodiques. »

CHIMIE. — *Sur quelques réactions des chlorures ammoniés de mercure.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« Avant de préciser les conditions dans lesquelles le chlorure de dimercuriammonium est transformé en chloramidure au contact du sel ammoniac, je veux terminer ce qui est relatif à l'action décomposante de l'eau sur le chloramidure [1].

» I. Comparons les actions de l'ammoniaque étendue et de l'eau seule. Voici deux expériences effectuées, la première en présence d'ammoniaque étendue, la seconde en présence d'eau seule, et qui montrent bien les changements successifs qu'éprouve le chloramidure.

» On verse 1^{vol} de sublimé dans 1^{vol} d'ammoniaque; après vingt-quatre heures, on décante et l'on ajoute $8AzH^3$, puis, au bout d'un jour encore, on répète l'opération une seconde fois. Le précipité primitif, pour 1^{mol} de chloramidure, ne renfermait très vraisemblablement pas plus de $\frac{1}{4}$ de molécule de chlorure de dimercuriammonium; le précipité final, au contraire, ne contient plus que ce dernier corps exclusivement, ainsi que l'analyse le montre. Dans cette expérience, comme dans toutes celles que j'ai déjà décrites, l'ammoniaque n'agit pas autrement que l'eau seule; elle agit plus rapidement, mais sa présence n'est pas indispensable. Ainsi, un lavage exagéré dans la préparation du chloramidure conduit à des corps de plus en plus riches en chlorure de dimercuriammonium et dont la cou-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 233. Le titre des solutions est le même que dans la Note précédente.

leur est jaunâtre au lieu d'être blanche ([1]). Voici du reste un essai effectué dans les mêmes conditions que le précédent, mais avec l'eau seule.

» La première précipitation à volumes égaux étant faite, on ajoute, après décantation au bout d'un jour, 4^{vol} d'eau, puis on répète deux fois cette opération à quarante-huit heures d'intervalle : le précipité répond sensiblement à la formule $AzH^2.HgCl + 3AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$.

» II. Je viens d'établir que l'eau n'agit d'une façon décomposante sur le chloramidure que lorsque la solution ammoniacale est très diluée. Voici cinq expériences qui montrent qu'à mesure que la concentration en ammoniaque augmente la décomposition va de moins en moins loin, c'est-à-dire que le précipité renferme un mélange des deux chlorures d'autant plus riche en chloramidure que la solution ammoniacale est plus concentrée. Ces cinq expériences ont été effectuées en présence de 800^{cc} de liquide; on a filtré et lavé les précipités avec la même quantité d'eau au bout de vingt-quatre heures et l'on a séché à 110° : 1° $HgCl^2 + 20AzH^3$ et 2° $HgCl^2 + 40AzH^3$: ces deux expériences n'ont donné à l'analyse que le chlorure de dimercuriammonium $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ ([2]); 3° $HgCl^2 + 80AzH^3$ et 4° $HgCl^2 + 160AzH^3$: ces deux expériences conduisent à une formule voisine de $AzH^2HgCl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$, dans laquelle le chloramidure reparaît ([3]); 5° $HgCl^2 + 240AzH^3$: nous trouvons en ce cas dans le précipité une proportion plus forte encore de chloramidure, soit

$$2AzH^2HgCl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl \text{ } ([4]).$$

Toutes ces expériences confirment ce que j'ai avancé en commençant sur la décomposition progressive du chloramidure.

» III. Mais, à côté de cette action destructive de l'eau, il en existe une autre, contraire, contre-balançant parfois l'effet de la première : c'est l'action du chlorhydrate d'ammoniaque. Pour s'en rendre compte, il suffit de renverser les termes de l'équation écrite dans ma première Note,

$$AzH^4Cl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl = 2AzH^2.HgCl + H^2O.$$

([1]) Kane, *Pogg. Ann.*, t. XLII, p. 368.

([2]) Trouvé : Hg = 86,16, 86,08, 86,12, 86,13, 86,15; Cl = 7,34; 7,47; Az = 3,26, 3,31, 3,26. Calculé : Hg = 85,57; Cl = 7,59; Az = 2,99 pour 100.

([3]) Trouvé : Hg = 83,95, 83,97, 83,90; Cl = 10,19; Az = 3,94. Calculé : Hg = 83,44; Cl = 9,87; Az = 3,89.

([4]) Trouvé : Hg = 82,73; Cl = 11,28; Az = 4,20. Calculé : Hg = 82,43; Cl = 10,97; Az = 4,32.

» Voici quelques faits à l'appui : versons 1^{vol} de sublimé dans 5^{vol} d'ammoniaque ; nous avons déjà vu que le précipité formé dans ces conditions ne renferme guère que du chlorure de dimercuriammonium. Après vingt-quatre heures, le liquide est décanté, et sur le précipité on verse 4^{vol} de sel ammoniac $\left(\frac{53^{gr},5}{4} = 1^{lit}\right)$, on agite de temps en temps et, après deux jours, on filtre et on lave avec un peu d'eau. La transformation écrite dans la précédente équation a eu lieu intégralement, et nous obtenons ainsi le chloramidure presque pur (trouvé : Hg = 79,98, 79,95, Cl = 13,71, Az = 5,32 ; théorie pour $AzH^2.HgCl$: Hg = 79,52, Cl = 14,12, Az = 5,57). De même, si nous employons les solutions dans le rapport $HgCl^2 + 2AzH^3$ et que, au bout de vingt-quatre heures, nous ajoutions, après décantation, 2^{vol} AzH^4Cl, nous obtenons le chloramidure seul. Or, j'ai dit dans ma première Note que les solutions de sublimé et d'ammoniaque employées dans le rapport précédent donnaient un précipité contenant une dose variable, faible sans doute, de chlorure de dimercuriammonium (¹) : l'excès de sel ammoniac a tout transformé en chloramidure.

» Mais si, sans décanter le liquide ammoniacal, on ajoute du sel ammoniac, l'effet de ce dernier corps est en quelque sorte neutralisé. A une solution contenant $HgCl^2 + 10AzH^3$, ajoutons, après plusieurs heures et sans décanter, 5^{vol}, soit $10AzH^4Cl$, agitons et laissons en contact pendant un jour. Le précipité ne renfermera uniquement que du chlorure de dimercuriammonium (Hg = 85,67, Cl = 7,57, Az = 2,84), tel qu'il existait primitivement avant l'addition du sel ammoniac. Celui-ci est donc resté sans effet.

» J'ai fait encore un grand nombre d'essais dans le même sens que les expériences qui précèdent cette dernière ; tous ces essais indiquent nettement le rôle que joue le sel ammoniac tel que je l'ai défini : celui-ci tendant à reproduire le chloramidure, lequel peut se trouver seul, dans le cas d'une action complète, ou bien être encore mélangé d'une certaine quantité de chlorure de dimercuriammonium.

» Je crois que les faits que je viens de relater montrent bien le caractère

---

(¹) Il semble que, d'après l'équation $2AzH^3 + HgCl^2 = AzH^4Cl + AzH^2HgCl$, il ne doive se produire que le chloramidure pur, d'autant que le sel ammoniac qui prend naissance peut empêcher un commencement de décomposition par l'eau. Cependant l'expérience montre que le sel ammoniac n'agit pas dans ce cas, ainsi que l'essai suivant le met en évidence.

de ces réactions antagonistes qui se passent *à froid*, soit que l'ammoniaque étendue ou l'eau seule, soit que le sel ammoniac interviennent en excès. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le bismuth amorphe.* Note de M. F. HÉRARD, présentée par M. Troost.

« En appliquant au bismuth la méthode dont je m'étais servi pour obtenir l'antimoine amorphe ([1]), j'ai réussi à préparer le bismuth amorphe.

» Le bismuth pur cristallisé est chauffé au rouge vif dans un courant d'azote pur; des vapeurs verdâtres s'élèvent au-dessus de la nacelle et sont entraînées dans les parties moins froides, où elles se condensent sous forme d'une poussière grisâtre. Vue au microscope, cette poussière présente la forme de petites sphères réunies en chapelets, semblables à celles de l'antimoine et de l'arsenic amorphes.

» De même que pour l'antimoine, la présence de l'azote est nécessaire; des courants d'autres gaz, tels que l'hydrogène et l'oxyde de carbone, ne m'ont donné aucun résultat. Les chiffres de mes analyses sont 99,5 à 99,7 pour 100 de bismuth; en prenant la moyenne, nous trouvons 99,6 pour 100 de bismuth. Les 0,4 pour 100 qui restent sont de l'oxygène.

» En effet, si nous chauffons la poudre grisâtre dans un courant d'hydrogène, elle perd 0,4 pour 100 de son poids et il se forme une quantité d'eau correspondante.

» Cette poudre est donc un mélange de bismuth et d'oxyde de bismuth.

» Ce fait pourrait expliquer le point de fusion, qui est de 410° au lieu de 247° pour le bismuth cristallisé; mais il ne suffit pas pour expliquer la densité trouvée, qui est de 9,483, la densité d'un mélange de bismuth et d'oxyde correspondant à la poudre grise étant de 9,665. Il est donc probable que nous avons affaire à du bismuth amorphe.

» L'état extrême de division dans lequel le bismuth amorphe se trouve le rend plus sensible aux réactifs que le bismuth cristallisé. Ainsi, dans l'acide azotique, l'attaque est tellement rapide qu'il disparaît instantanément ([2]). »

([1]) *Comptes rendus*, 13 août 1888.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches de la Sorbonne.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le peroxyde de titane.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. L. Troost.

« Shön et Heppe ont, les premiers, indiqué l'action de l'eau oxygénée sur l'acide titanique, sans donner d'analyse; Piccini a repris l'étude de ce composé en lui donnant la formule $TiO^3, nTiO^2 (n = 1, 2, 3, 4)$; plus tard, Weller a décrit avec soin ce corps et lui a attribué la composition TiO^3, en mesurant le chlore dégagé par son action sur HCl; enfin, Messinger, Bongard et Classen ont fourni pour ce produit des formules différentes de celles de leurs devanciers. La cause de tant de variabilité dans les résultats réside, d'après mes recherches, dans deux faits : 1° le composé précipité par les bases se décompose en séchant; 2° l'action de H^2O^2 n'est pas immédiate, de sorte que la matière précipitée par les bases, après une durée de réaction trop courte, n'est jamais de l'oxyde pertitanique, mais un mélange de cet oxyde avec TiO^2. En effet, si l'on fait réagir une quantité déterminée de H^2O^2 sur une solution sulfurique de TiO^2, versée goutte à goutte, quel que soit l'excès de TiO^2 ajouté, il reste de l'eau oxygénée non attaquée et facile à mettre en évidence, à l'aide de l'acide chromique et de l'éther; au contraire, si l'on attend au moins dix jours, avant de faire le même essai, on ne trouve plus d'eau oxygénée et la coloration bleue de l'acide perchromique n'apparaît plus.

» Dans ces conditions, pour avoir une analyse exacte de ce corps, il était naturel de chercher, soit un dissolvant permettant la séparation de l'oxyde pertitanique et de TiO^2, soit une matière précipitant un de ces corps, à l'exclusion de l'autre. L'étude des principaux dissolvants a montré l'insolubilité de l'oxyde pertitanique, sauf dans quelques acides qui dissolvent aussi TiO^2. De même, les corps qui, en présence des alcalis, empêchent la précipitation d'un des oxydes à l'exclusion de l'autre, ne fournissent pas de résultats satisfaisants : tantôt, comme l'acide tartrique, ils empêchent la précipitation des deux corps par l'ammoniaque; tantôt, comme la glycérine, ils suppriment bien la précipitation de TiO^2 isolé du peroxyde, mais non son entraînement par lui.

» Parmi les corps qui précipitent l'oxyde pertitanique, les solutions alcalines des oxydes de cuivre, zinc, cobalt et plomb fournissent des poudres d'une couleur différente de celle de l'oxyde pertitanique; mais ces précipités ne paraissent pas être des sels : en effet, leur teneur en oxyde

métallique est variable et n'atteint point $\frac{1}{12}$, chiffre trop faible, puisque les poids moléculaires de TiO^2, CuO, ZnO, CoO sont presque égaux. De plus, j'ai constaté qu'une liqueur de TiO^2 traitée par la solution ammoniacale de cuivre ou de zinc donne un précipité qui contient aussi de ces métaux ; si l'on redissout, dans un acide, ce précipité bien lavé, et si l'on fait agir l'ammoniaque, on précipite de l'acide titanique qui contient encore du cuivre ou du zinc ; ce n'est qu'à la quatrième précipitation que le métal étranger a complètement disparu. Il faut remarquer que NiO, CdO et Ag^2O sont, dans les mêmes circonstances, beaucoup moins entraînés.

» Les méthodes d'analyse du peroxyde de titane par les dissolvants ou par précipitation n'étaient donc point applicables. Une autre méthode consisterait à faire agir H^2O^2 en excès sur TiO^2, pendant un temps assez long pour rendre l'attaque complète, puis à détruire l'excès d'eau oxygénée sans altérer le peroxyde de titane, ou inversement. Or tous les corps, à l'exception de l'acide chromique, agissent de la même manière sur les peroxydes d'hydrogène et de titane ; mais l'acide perchromique est un composé trop instable pour être séparé complètement de la liqueur titanique. Dans ces conditions, j'ai opéré par approximations successives.

» *Première approximation.* — Dans des flacons munis d'un manomètre, j'ai enfermé des volumes égaux de H^2O^2 titrée, avec des volumes variables d'une solution sulfurique de TiO^2, également titré, volumes déterminés de telle sorte que les poids de TiO^2 correspondaient à des formules simples Ti^2O^5, TiO^3, Ti^2O^7, TiO^4 ; j'ai préparé plusieurs exemplaires de chacun de ces flacons, pour faire des essais au bout de temps variés ; lorsque la durée d'une expérience était écoulée, je vérifiais au manomètre qu'il ne s'était pas dégagé d'oxygène, et je recherchais les excès de H^2O^2. Pour cela, j'ajoutais au flacon de l'éther et quelques gouttes de CrO^3, et si, après agitation, il se produisait une couche bleue, je concluais à la présence de H^2O^2. Cet essai est d'autant plus sensible que la couche bleue surnage au-dessus d'une liqueur orange. Pendant les neuf premiers jours, il y eut excès de H^2O^2 dans tous les flacons ; mais, à partir du dixième, l'excès disparut dans les flacons correspondant aux formules Ti^2O^5, TiO^3, et se maintint dans les deux autres indéfiniment (soixante jours). La formule du peroxyde de titane semble donc comprise entre TiO^3 et Ti^2O^7.

» Dans une deuxième série d'expériences, faites avec des liqueurs de titres différents, et contenant des poids de H^2O^2 et de TiO^2 correspondant aux formules Ti^2O^5, TiO^3, Ti^3O^{10}, Ti^2O^7, TiO^4, l'excès se maintint dans les trois dernières. La formule est donc ici comprise entre TiO^3 et

Ti^5O^{16}. Il faut remarquer que, les deux séries ayant été faites avec des liqueurs de titres différents, cela exclut l'idée d'équilibres possibles.

» *Deuxième approximation.* — On a fait une série d'expériences analogues sur des liqueurs correspondant aux formules $TiO^{2,96}$, $TiO^{2,98}$, TiO^3, $TiO^{3,04}$, Ti^2O^7. Au bout de dix jours, les deux premières ne donnaient plus la réaction de H^2O^2; pour la troisième, il y avait doute et les deux dernières fournissaient de l'acide perchromique. Celui-ci se formait encore au bout de trente-trois jours. Ces faits semblent prouver que la formule est comprise entre $TiO^{2,98}$ et $TiO^{3,04}$: elle doit donc être TiO^3.

» Toutefois l'expérience précédente prouve uniquement que le peroxyde, pour se former, en partant de TiO^2, emprunte 1 d'oxygène à l'eau oxygénée : la formule pourrait donc aussi bien être TiO^3 que TiO^2, H^2O^2 ou que $TiO^5 + TiO^2, H^2O^2 = Ti^2O^5, H^2O^2$. De nouvelles recherches permettront seules d'élucider la constitution du peroxyde de titane. Cependant l'existence du sesquichlorure de titane et des composés découverts par Piccini, composés qui sont des produits d'addition d'un oxyfluorure TiO^2Fl^2 avec les fluorures alcalins, rend vraisemblable la formule TiO^3.

» L'étude des propriétés de l'oxyde pertitanique m'a conduit à faire l'observation suivante : Le titre acidimétrique d'une solution sulfotitanique semble s'élever en présence de H^2O^2, alors même que l'on tient compte du titre propre de ce réactif, qui est toujours acide. Faut-il en conclure que le peroxyde de titane est un acide? Dans ce cas, l'augmentation de titre devrait être, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle aux volumes employés, ce qui n'est pas. L'élévation de titre ne saurait davantage être attribuée à une décomposition par l'eau de la solution de TiO^2, car j'ai vérifié : 1° que le titre d'une semblable liqueur ne varie pas par addition d'eau, quels que soient le volume ajouté et la durée du contact; 2° que le titre de l'acide sulfurique ne varie pas en présence d'un excès de TiO^2. Il reste une troisième explication, à savoir l'action décolorante de l'eau oxygénée sur la matière indicatrice (phtaléine). L'expérience a démontré l'exactitude de ce fait. Par conséquent, contrairement à ce que certains faits insuffisamment approfondis tendraient à faire croire, le peroxyde de titane n'est pas un acide dans le sens restreint du mot [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. le Professeur Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses opérées à l'aide de l'éther cyanosuccinique.* Note de M. L. BARTHE, présentée par M. Berthelot.

« Dans la précédente Note (¹), M. Haller et moi avons décrit la préparation de l'éther cyanosuccinique, $\overset{\displaystyle CH\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.}{\underset{\displaystyle CH^2.CO^2C^2H^5}{|}}$, que nous avons obtenu en faisant réagir l'éther monochloracétique sur l'éther cyanacétique sodé. Nous avons montré que, dans cette préparation, il se produisait en même temps une réaction secondaire : une partie de l'éther monochloracétique donnait avec l'éther cyanosuccinique sodé de l'éther cyano-tricarballylique,

$$\begin{matrix}CH^2.CO^2C^2H^5\\|\\CH\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\\|\\CH^2.CO^2C^2H^5\end{matrix}$$

, corps cristallisé que nous avons reproduit synthétiquement, en traitant l'éther cyanosuccinique sodé par de l'éther monochloracétique.

» J'ai continué l'étude des dérivés de l'éther cyanosuccinique, dont l'hydrogène du groupe CH est facilement remplaçable par les métaux alcalins ou par les radicaux des iodures alcooliques.

» *Éther méthylcyanosuccinique,* $\begin{matrix}CH^3.C\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\\|\\CH^2.CO^2C^2H^5\end{matrix}$. — A 20gr d'éther cyanosuccinique on ajoute 2gr,30 de Na dissous dans 30gr d'alcool méthylique. L'éther cyanosuccinique sodé ainsi produit est chauffé au bain-marie dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant avec 15gr environ d'iodure de méthyle. Au bout de dix heures à peu près, le mélange, neutre au tournesol, a été évaporé pour chasser l'alcool méthylique. Au résidu on a ajouté de l'eau, puis de l'éther qui a été abandonné sur du chlorure de calcium. La solution, débarrassée de l'éther, a été distillée dans le vide; il passe d'abord des produits colorés dus à la décomposition de l'iodure de méthyle non entré en réaction. A 183°-186° sous 3mm,5 de pression, il distille un liquide huileux incolore; il reste un résidu brunâtre dans la rectification.

» Cette huile constitue l'éther méthylcyanosuccinique, qui se forme en vertu de l'équation suivante :

$$\begin{matrix}CNa\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\\|\\CH^2.CO^2C^2H^5\end{matrix} + CH^3I = \begin{matrix}CH^3.C\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\\|\\CH^2.CO^2C^2H^5\end{matrix} + NaI.$$

(¹) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 143-146; 1888.

» Le dosage d'azote a donné les chiffres suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé $C^{10}H^{15}AzO^4$
Az....................	6,12	6,57

» L'éther méthylcyanosuccinique est le mononitrile correspondant à l'éther méthyléthényltricarbonique de M. Bischoff ([1]).

» *Éther éthylcyanosuccinique*, $C^2H^5.C\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}$, $|$ $CH^2.CO^2C^2H^5$. — A 20gr d'éther cyanosuccinique sodé obtenu comme précédemment (à l'exception que Na a été dissous dans de l'alcool absolu), on ajoute directement 20gr environ d'iodure d'éthyle. Le mélange a été chauffé pendant douze heures au bain-marie et au réfrigérant ascendant jusqu'à réaction neutre au tournesol. On a chassé l'alcool et le résidu a été additionné d'eau, puis d'éther. Cette solution éthérée, privée d'eau, a été distillée dans le vide; jusqu'à 165° il passe des vapeurs colorées, rougeâtres, dues à la décomposition de l'iodure d'éthyle non entré en réaction. Enfin, de 170°-180°, il passe une huile incolore, très épaisse, qui est de l'éther éthylcyanosuccinique.

» L'équation suivante rend compte de cette réaction :

$$\underset{CH^2.CO^2C^2H^5}{CNa\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}} + C^2H^5I = \underset{CH^2.CO^2C^2H^5}{C^2H^5C\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}} + NaI.$$

L'analyse a donné les chiffres suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^{11}H^{17}AzO^4$.
C....................	57,64	58,14
H....................	7,74	7,48
Az....................	6,13	6,17

» *Éther éthyléthényltricarbonique* $C^2H^5.C\begin{cases}CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{cases}$, $|$ $CH^2.CO^2C^2H^5$. La fonction nitrile de l'éther éthylcyanosuccinique a été saponifiée. A 10gr d'éther éthylcyanosuccinique on a ajouté 40gr d'acool absolu saturé d'acide chlorhydrique. Le mélange a été abandonné pendant un mois et demi environ; il s'est formé un précipité de chlorhydrate d'ammoniaque. L'alcool et l'acide chlorhydrique en excès ont été chassés au bain-marie. Le résidu traité par l'eau a abandonné une huile légèrement colorée qui a été reprise par l'éther.

([1]) *Liebig's Annalen*, t. CCXIV, p. 53.

La liqueur, lavée avec une solution de carbonate de soude, a été abandonnée sur du chlorure de calcium et distillée dans le vide après qu'on se fut débarrassé de l'éther. A 187°, sous une pression de 5^{cm}, il passe un liquide huileux, incolore, qui continue à distiller jusqu'à près de 200°. On a obtenu 4^{gr} environ d'une huile incolore, qui constitue l'éther éthyléthényltricarbonique. Ce corps prend naissance en vertu de la réaction suivante :

$$C^2H^5.C\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases} \atop |\,CH^2.CO^2C^2H^5 + C^2H^5OH + HCl + H^2O = AzH^4Cl + C^2H^5.C\begin{cases}CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{cases} \atop |\,CH^2.CO^2C^2H^5.$$

En effet, l'analyse a donné les nombres suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^{13}H^{22}O^6$.
C	57,08	56,93
H	8,65	8,03

» *Étherpropylcyanosuccinique* $C^3H^7.C\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}$ $|\,CH^2.CO^2C^2H^5$. — A 20^{gr} d'éther cyanosuccinique sodé on a ajouté 15^{gr} à 16^{gr} d'iodure de propyle normal, préalablement rectifié. Le mélange a été chauffé au bain-marie pendant seize à vingt heures dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. La liqueur, devenue neutre au tournesol, a été évaporée au bain-marie, traitée par l'eau, puis par l'éther, que l'on a mis à dessécher sur du chlorure de calcium. La solution privée d'éther a été distillée dans le vide. Jusqu'à 175° environ, il distille des vapeurs rougeâtres provenant de la décomposition de l'iodure de propyle en excès, à 204°-206°, sous une pression de $4^{cm},5$; il passe un liquide huileux, très épais, de couleur ambrée. Il reste un résidu noirâtre dans la rectification. Cette huile, à peu près incolore, est l'éther propylcyanosuccinique, qui se forme en vertu de l'équation suivante :

$$CNa\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases} \atop |\,CH^2.CO^2C^2H^5 + C^3H^7I = C^3H^7.C\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases} \atop |\,CH^2.CO^2C^2H^5 + NaI.$$

» Ce composé fournit à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^{12}H^{19}AzO^4$.
C	59,44	59,75
H	8,46	7,89
Az	5,64	5,81

» L'éther propylcyanosuccinique est le mononitrile de l'éther propyléthényltricarbonique de M. Waltz ([1]).

» Je ferai bientôt connaître d'autres composés de la même structure, dus à l'action des chlorures acides aromatiques sur l'éther cyanosuccinique sodé ([2]) ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur l'acide aconitique et sur l'acide carballylique*. Note de M. E. GUINOCHET, présentée par M. Troost.

« 1. En faisant réagir le brome sur l'acide aconitique, j'ai obtenu un acide renfermant $3^{éq}$ de brome.

» Je chauffe en tubes scellés, à 115°-120°, pendant trente-six heures, 10^{gr} d'acide aconitique avec $6^{cc},5$ de brome, soit 1^{mol} d'acide avec un peu plus de $4^{éq}$ de brome. La réaction terminée, le brome a disparu, et les tubes renferment un liquide sirupeux de couleur groseille, ainsi que du gaz bromhydrique fortement comprimé. Le liquide étant dissous dans l'éther, et la solution éthérée évaporée dans le vide en présence d'acide sulfurique et de chaux éteinte, on obtient un résidu sirupeux qui, traité par l'eau froide, laisse précipiter une poudre incolore.

» 2. Celle-ci, après des lavages rapides à l'eau froide, donne dans l'alcool à 90° des cristaux incolores, très solubles dans l'alcool ordinaire, l'alcool méthylique, l'éther, l'acétone, insolubles dans l'eau froide et le chloroforme; cristaux dont la composition répond à la formule de l'acide carballylique tribromé $C^{12}H^{5}Br^{3}O^{12}$. L'analyse de la substance séchée dans le vide sec m'a donné : C trouvé, 17,37; 17,38 (théorie 17,43). — H trouvé, 1,70; 1,73 (théorie 1,21). — Br trouvé, 58,4; 58,01 (théorie 58,11).

» La neutralisation de 100 parties de cet acide, en employant la phtaléine du phénol comme indicateur, a exigé, en effet, 12,37 parties d'ammoniaque (théorie, 12,34); 34,24 de potasse KO (théorie, 34,14); 22,7 de soude NaO (théorie, 22,51); 54,99 de baryte BaO (théorie, 55,56).

» 3. L'acide carballylique tribromé est décomposé lentement dès la température de 100°. Il est insoluble dans l'eau froide, se dissout rapidement dans l'eau chaude, mais en se décomposant, ce qu'indique la mise en liberté d'acide bromhydrique.

([1]) *Liebig's Annalen*, t. CCXIV, p. 58.

([2]) Travail fait au laboratoire de M. Haller, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

» 4. En faisant réagir, pendant vingt-quatre heures, à l'ébullition dans un ballon relié à un réfrigérant ascendant, cet acide bromé avec un excès d'eau de baryte, puis en éliminant la baryte par l'acide sulfurique et concentrant la liqueur limpide, j'ai obtenu une notable proportion d'acide oxalique; j'ai caractérisé ce dernier par le point de fusion, la capacité de saturation par les bases, la formation de son sel de chaux insoluble dans l'acide acétique, et enfin la mesure de quelques-uns de ses angles.

» 5. Mis en suspension dans l'eau froide, l'acide carballylique tribromé se dissout immédiatement si l'on ajoute une base soluble; la liqueur neutralisée à la phtaléine du phénol laisse déposer par concentration à froid des cristaux formés par le sel neutre de la base employée.

» Le *sel neutre de potasse*, $C^{12}H^2K^3Br^3O^{12} + 3HO$, constitue une poudre cristalline répondant, après dessiccation à froid, dans le vide sec, à la formule indiquée. Le potassium a été dosé à l'état de sulfate : K trouvé, 20,9; 20,95 (théorie 21,11). Ce sel perd son eau à 100° et commence à s'altérer à 130° : HO trouvé, 4,88 (théorie 4,87).

» Le *sel neutre d'ammoniaque*, $C^{12}H^2(AzH^4)^3Br^3O^{12}$, cristallise en prismes très solubles dans l'eau. L'ammoniaque a été dosée volumétriquement par le procédé de M. Schlœsing, et le brome par la méthode de Carius : AzH^3 trouvé, 10,83; 10,96 (théorie 10,99); Br trouvé, 51,51; 51,61 (théorie 51,72).

» Ce sel donne avec l'eau froide une solution ne précipitant pas par le nitrate d'argent, tandis qu'à chaud il se produit immédiatement du bromure d'argent.

» Le *sel neutre de baryte*, $C^{12}H^2Ba^3Br^3O^{12} + 12HO$, forme des prismes incolores, très solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool, répondant, après essorage entre des doubles de papier buvard, à la formule précédente. Il perd, par efflorescence à l'air libre ou dans le vide sec, 9éq d'eau : HO trouvé, 11,22; 11,22 (théorie, 11,19). Le sel ainsi déshydraté ne change pas de poids à 100°, mais commence à s'altérer vers 115°. L'analyse a été faite sur le sel séché dans le vide sec; le baryum a été dosé à l'état de sulfate et le brome par la méthode de Carius : Ba trouvé, 31,97; 31,88 (théorie 32,01). Br trouvé, 37,26; 37,36 (théorie, 37,33). Le nitrate d'argent se comporte avec ce sel comme avec le sel d'ammoniaque.

» 6. En faisant réagir, de la même façon que pour l'acide aconitique, le brome sur l'acide carballylique, j'ai obtenu le même acide bromé. La composition et la forme cristalline de l'acide, la composition et les propriétés des sels démontrent cette identité.

» Dans le premier cas, avec l'acide aconitique, l'acide carballylique tribromé résulte d'une substitution de Br à H effectuée simultanément avec une addition de Br^2; cette dernière partie de la réaction correspond à la transformation de l'acide aconitique en acide carballylique par fixation de H^2, transformation analogue à celle de nombreux acides incomplets du même genre. Dans le second cas, avec l'acide carballylique, il y a simplement substitution de 3Br à 3H. C'est ce qui m'a conduit à désigner le nouveau dérivé par le nom d'acide carballylique tribromé.

» Je poursuis l'étude des réactions de l'acide que je viens de décrire, ainsi que celle des autres produits qu'engendrent les halogènes ou les hydracides en agissant sur les acides aconitique et carballylique [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un phénol nitré isomérique avec le nitrocamphre α.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Quand on fait bouillir avec l'acide chlorhydrique concentré soit le nitrocamphre α, soit le chlorhydrate de nitrocamphre ou le trimère dérivé [2], on obtient finalement un corps nitré isomérique du nitrocamphre, qui ne possède plus la fonction acétone, mais la fonction alcool tertiaire ou phénol.

» I. Voici le meilleur mode de préparation :

» On fait bouillir pendant une demi-heure le nitrocamphre avec dix fois son poids d'acide chlorhydrique concentré. Les $\frac{9}{10}$ de la substance entrent en solution; $\frac{1}{10}$ environ reste insoluble, subissant une modification que nous n'avons pas étudiée. Le liquide incolore est étendu de trois fois son volume d'eau. Après agitation avec du noir animal lavé, qui enlève une matière résinoïde louchissant le liquide, on filtre et l'on évapore au bain-marie à siccité. On fait recristalliser dans l'eau chaude. Séché dans le vide sur l'acide sulfurique, ce corps donne à l'analyse élémentaire la composition centésimale du nitrocamphre [3].

» Il est blanc, cristallisé en longues aiguilles, avec 1^{mol} d'eau d'hydratation. La solution hydralcoolique, évaporée lentement dans le vide,

---

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'Ecole de Pharmacie.

(2) Voir *Comptes rendus*, séance du 4 février 1889.

(3) Les chiffres seront publiés dans le *Bulletin de la Société chimique*.

donne des prismes orthorhombiques dans lesquels domine le type octaédral. La forme dominante est mpe^1g^1. Hydraté, il se ramollit à 60° et fond à 70°. Desséché dans le vide, il fond à 220° en se colorant.

» Ce corps est soluble dans l'eau, fait rare dans la série du camphre. A 15°, l'eau en dissout 7 pour 100 environ. A 100°, l'eau le dissout en toutes proportions. L'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine le dissolvent. Il est dextrogyre. Une solution dans l'alcool absolu de 1,80 pour 100 donne $[\alpha]_D = +10°$. Il est acide, rougit le tournesol, décompose les carbonates et colore en rouge sang le perchlorure de fer. Il donne des sels généralement solubles dans l'eau. Les sels de chaux et de baryte sont très peu solubles; les sels argentiques et mercuriques sont peu solubles. Les sels de quinine et cinchonine sont insolubles; les sels de morphine, de strychnine sont assez solubles.

» La phénylhydrazine, qui réduisait le nitrocamphre, n'a aucune action sur cet isomère, ce qui indique la disparition du groupe acétonique.

» Le chlorure d'acétyle, qui n'agit pas sur le nitrocamphre, même à chaud, réagit facilement sur ce corps isomérique et donne un dérivé acétylé.

» II. *Camphre acétylnitré.* — Pour préparer ce dérivé, on verse un excès de chlorure d'acétyle sur la substance. On obtient immédiatement un dégagement abondant d'acide chlorhydrique. On évapore au bain-marie à siccité; on reprend par l'eau, qui laisse insoluble la presque totalité du corps attaqué. Après lavage à l'eau pour enlever toute trace d'acide, on fait cristalliser dans l'alcool, qui donne de petits cristaux durs, d'une grande blancheur, fondant à 115° sans décomposition et déviant à droite les rayons de la lumière polarisée. Pour une solution à 2 pour 100 dans l'alcool absolu, on obtient

$$[\alpha]_D = +4°,25.$$

» L'analyse donne exactement la composition d'un camphre acétylnitré. Ce corps chauffé de 150° à 200° entre en ébullition, et se décompose en dégageant de l'acide acétique. Il est neutre. Il n'a pas d'action sur le perchlorure de fer. Il est décomposé par la potasse alcoolique en donnant de l'acétate de potasse. Il se comporte comme un véritable éther.

» III. Le nitrocamphre, sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré, donne donc un corps isomérique qui a perdu la fonction acétonique et présente nettement la fonction alcool.

» La formation d'un chlorhydrate de nitrocamphre intermédiaire, que

nous avons décrit dans une Note précédente (¹), donne la raison probable de cette transformation. La réaction doit se passer suivant les équations suivantes :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHAzO^2\\ |\\ CO\end{matrix}\right. + HCl = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHAzO^2\\ |\\ C\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown OH\end{matrix}\end{matrix}\right. ,$$

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHAzO^2\\ |\\ C\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown OH\end{matrix}\end{matrix}\right. - HCl = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CAzO^2\\ \|\\ COH\end{matrix}\right. .$$

» Dans la décomposition du chlorhydrate par la chaleur, le chlore s'empare de l'hydrogène basique du groupe $CHAzO^2$.

» Ce phénol nitré isomérique $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CAzO^2\\ \|\\ COH\end{matrix}\right.$ donne le dérivé acétylé $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CAzO^2\\ \|\\ CO(C^2H^3O)\end{matrix}\right.$.

» Nous étudions en ce moment le produit de l'attaque par le perchlorure de phosphore, qui paraît agir aussi facilement que le chlorure d'acétyle.

» Cette réaction très importante doit nous donner du camphène chloronitré ou un isomère. Nous serons ainsi parvenu à réduire le camphre ou à enlever au camphre son oxygène, ce qui n'a pas encore été réalisé. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'hypoderme et le système nerveux périphérique des Gordiens.* Note de M. **A. Villot**, présentée par M. Blanchard.

« L'Académie a publié dans ses *Comptes rendus*, séance du 31 décembre 1888, p. 1175-1177, une Note de M. Michel, ayant pour titre : *De l'existence d'un véritable épiderme cellulaire chez les Nématodes et spécialement les Gordiens*, Note dans laquelle mes recherches sur le même sujet se trouvent citées et inexactement interprétées. Je demande à l'Académie la permission de rétablir la véritable signification de mes observations.

» Je n'ai jamais contesté que les Gordiens puissent, à un certain moment de leur existence, avoir un hypoderme (²) entièrement formé de

(¹) *Loc. cit.*

(²) Je conserve à la couche sous-cutanée des Gordiens le nom d'*hypoderme*, parce

cellules bien distinctes. « Cela n'est pas douteux, disais-je en 1881, dans » mes *Nouvelles recherches sur l'organisation et le développement des Gor-* » *diens* (1), puisque tous les tissus des animaux ne sont primitivement » représentés que par des cellules embryonnaires. » En 1887, dans mon *Mémoire sur l'anatomie des Gordiens* (2), j'ai décrit l'hypoderme cellulaire de la larve du *Gordius violaceus*. Bien plus, je reconnais que, dans certaines régions du corps, l'hypoderme des adultes peut rester à l'état embryonnaire et présenter à l'observateur des cellules parfaitement délimitées; je trouve parmi de nombreux dessins, exécutés par moi en 1872 et restés inédits, des figures qui le prouvent péremptoirement (3).

» Il s'agit seulement, ainsi que je l'ai dit et répété bien des fois, de savoir si l'hypoderme embryonnaire des Gordiens peut ou non subir des modifications partielles et passer de l'état cellulaire à d'autres états plus élevés dans l'ordre des différenciations organiques. J'ai toujours soutenu l'affirmative, et je la maintiens. Et d'abord, il est certain que les limites des cellules peuvent disparaître. Grenacher, Vejdovsky et Camerano ont décrit et figuré des parties de l'hypoderme qui ne sont constituées que par une couche protoplasmique avec noyaux épars. Mais des modifications plus importantes peuvent survenir. Camerano, dans ses *Ricerche intorno alla anatomia ed istologia dei Gordii* (Pl. I, fig. 17), a dessiné un état de l'hypoderme qui est bien voisin de celui que j'ai moi-même figuré en 1874 dans ma *Monographie des Dragonneaux* (Pl. VI *bis*, fig. 30), et en 1881 dans mes *Nouvelles recherches sur l'organisation et le développement des Gordiens* (Pl. IV, fig. 10). Ces cellules, ramifiées et anastomosées, ne représentent pas, comme je l'avais cru tout d'abord, un système nerveux périphérique, mais bien un appareil aquifère, qui communique avec l'extérieur par les canalicules et les pores de la cuticule, ainsi que je l'ai établi en 1887 dans mon *Mémoire sur l'anatomie des Gordiens*, p. 193. J'ai fait connaître dans le même travail (p. 206) que les glandes du vestibule ne sont aussi que des cellules hyperdermiques modifiées.

---

que cette dénomination est depuis longtemps consacrée par l'usage; mais je n'entends nullement résoudre ainsi les questions théoriques, encore très controversées, que soulève sa détermination histologique.

(1) *Annales des Sciences naturelles, Zoologie,* 6e série, t. II, art. n° 3, p. 28.

(2) *Annales des Sciences naturelles, Zoologie,* 7e série, t. I, p. 193.

(3) La structure cellulaire de l'hypoderme des adultes a été observée bien avant cette époque par Meissner, et elle l'a été depuis par Bütschli, von Linstow, Vejdovsky et Camerano. Elle vient de l'être de nouveau par M. Michel.

» L'hypoderme des Gordiens représente, à l'état cellulaire, une couche de *tissu embryonnaire* qui appartient au feuillet ectodermique. Les cellules embryonnaires qui composent ce tissu produisent, d'abord par sécrétion, les diverses couches de la cuticule; mais là ne se borne point le rôle qu'elles ont à jouer dans l'organogénèse. Celles qui revêtent la paroi interne du cloaque des femelles adultes se transforment en glandes monocellulaires. Sous les téguments, elles constituent, en se ramifiant et s'anastomosant par leurs prolongements, un véritable appareil d'absorption et peut-être aussi d'excrétion. Cette complexité de structure et d'attributions physiologiques me paraît incompatible avec l'opinion des zoologistes qui rattachent la couche sous-cutanée aux téguments proprement dits, et ne veulent y voir que la matrice de la cuticule.

» Le système nerveux périphérique des Gordiens se rattache à leur hypoderme par son origine blastodermique et les rapports de ses éléments histologiques. Il est constitué par un réseau de cellules ganglionnaires, situé entre la couche sous-cutanée et le périmysium. Ces cellules ganglionnaires, remarquables par leur extrême petitesse, émettent, indépendamment de leurs anastomoses, deux sortes de prolongements. Les uns se dirigent vers les fibres musculaires et pénètrent dans le périmysium. Les autres traversent l'hypoderme et les diverses couches des téguments, pour venir se terminer dans les papilles cuticulaires, qui sont bien, ainsi que je l'ai établi depuis longtemps, de véritables organes du tact. Le système nerveux périphérique est mis en relation avec le système nerveux central par les nerfs du plexus central. »

BOTANIQUE. — *Sur la région tigellaire des arbres* (¹). Note de M. **Léon Flot**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que, lorsqu'un embryon se développe, sa radicule donne la racine principale, sa tigelle l'axe hypocotylé et sa gemmule l'axe épicotylé. Ces deux dernières parties, les seules dont je m'occupe ici, sont souvent réunies sous le seul nom de *tige;* elles sont cependant bien différentes au point de vue de la morphologie externe ou interne, ou même quelquefois de leur rôle physiologique. La portion de l'axe provenant du dévelop-

---

(¹) Cette Note fait partie d'un travail entrepris au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

pement de la tigelle possède une structure particulière, dont je donnerai plus loin les détails anatomiques, structure qui est intermédiaire entre celle de la racine et celle de la tige : elle comprend la région dans laquelle les faisceaux passent de l'orientation centripète à l'orientation centrifuge et peut aller plus loin encore si l'on considère l'évolution de la zone subéreuse. Elle peut même dépasser les cotylédons et, dans ce cas, ou elle forme une partie du premier entre-nœud (Amandier), ou elle comprend plusieurs entre-nœuds (Chêne, Châtaignier, quelquefois Amandier).

» Pour plus de clarté, examinons un Chêne d'un an. Dans l'embryon, la tigelle est très courte et la gemmule n'existe pas, pour ainsi dire; le cône végétatif est seulement recouvert de quelques petites écailles. Quand le gland germe, ces écailles viennent s'espacer le long de l'axe et forment les premiers nœuds, qui peuvent présenter, à la fin de l'année, des bourgeons rudimentaires. Après la dernière de ces écailles se développe la première feuille normale. Ce n'est qu'un peu avant l'apparition de cette feuille que la structure intermédiaire cesse. Passé ce point, le Chêne d'un an ressemble, toutes proportions gardées, à une branche d'un Chêne âgé.

» Cette structure, étant donné qu'elle est normale dans toutes les tigelles étudiées, je la nommerai par extension *structure tigellaire* et la région qui la présente sera la *région tigellaire*, même lorsqu'elle se rencontrera au-dessus des cotylédons, comme cela se présente assez fréquemment.

» En revanche, cette structure peut cesser avant les cotylédons (beaucoup de Conifères, Cytise, etc.) ou au nœud cotylédonaire (Pommier); dans ce dernier cas, la structure caulinaire apparaît brusquement.

» Dans tous les autres cas, le passage est plus ou moins lent pour les faisceaux; et lorsque le liège tigellaire est profond et le liège caulinaire hypodermique, le raccord des deux lièges peut être lent, progressif (Chêne) ou brusque (Cytise).

» *Morphologie externe*. — La région tigellaire est toujours glabre, même lorsque la tige est très velue, presque toujours crevassée et le plus souvent renflée. Son diamètre peut atteindre (Vigne vierge) cinq à six fois le diamètre de la tige et s'y rattacher brusquement, par une sorte d'étranglement (Vigne vierge, Vigne, Figuier), ou insensiblement (Chêne, Marronnier, Frêne, Amandier, Noyer). Dans quelques arbres (Lierre, *Berberis*, Sapin) la région tigellaire se développe seule dans la première année.

» *Morphologie interne*. — La branche terminale d'un arbre âgé et la région caulinaire d'une plante d'un an ne présentent que des différences d'im-

portance secondaire. La région tigellaire se distingue des deux précédentes par les caractères suivants.

» *Liège*. — 1° Parmi les arbres à liège caulinaire hypodermique, ceux qui suivent présentent dans leur tigelle :

» *a*. Un liège hypodermique, différent du premier au point de vue histologique (Ailante, Pommier, Olivier, Noisetier).

» *b*. Un liège profond : cortical (Frêne, Érable, Chêne), endodermique ou péricyclique (Hêtre, Charme, Orme, Prunier, Peuplier).

» 2° Parmi les arbres à liège caulinaire subhypodermique (Cytise, *Robinia*, *Kœlreuteria*), le premier a un liège tigellaire cortical, le second un liège subhypodermique, le troisième un liège endodermique avec 10 à 15 assises d'écorce secondaire.

» 3° Dans les arbres à liège caulinaire profond (*Ribes*, *Lonicera*, *Vitis*, *Clematis*), le liège tigellaire se forme dans la même région que celui de la tige.

» 4° La tigelle des arbres qui ne forment pas de liège dans la première année présente des écailles subéreuses vers sa base : quelquefois même un liège hypodermique (*Indigofera*) ou cortical (*Spartium*).

» *Écorce*. — Dans la branche d'un arbre âgé et dans la tige d'un an, l'écorce présente deux zones : l'externe collenchymateuse, l'interne à parois minces; dans la région tigellaire, la seconde seule existe.

» *Cylindre central*. — Le sclérenchyme est toujours peu développé dans la région tigellaire et peut même y être nul, alors qu'il est abondant dans la tige.

» Le péricycle s'épaissit en certains points du *Ribes*; il forme *à lui seul* la zone externe de la tigelle adulte de la Vigne et de la Vigne vierge.

» Le liber interne ne se développe pas dans la région tigellaire (*Eucalyptus*); le bois y est toujours abondant et peu lignifié; la moelle très réduite.

» Dans beaucoup de plantes, le parenchyme de la tigelle est gorgé d'amidon.

» En résumé, dans la plante d'un an pourvue de tige, la portion caulinaire peut être considérée comme l'équivalent d'une branche d'arbre âgé, se développant sur le prolongement d'une région intermédiaire pourvue d'une structure spéciale qui tient le milieu entre celle de la tige proprement dite et celle de la racine. Cette région comprend souvent, outre la tigelle morphologique, une portion plus ou moins grande de l'axe épicotylé et paraît provenir du développement des organes déjà formés dans l'embryon. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Découverte d'une nouvelle station quaternaire dans la Dordogne.* Note de M. **Émile Rivière**, présentée par M. de Quatrefages.

« Cette nouvelle station, que j'ai explorée, grâce à l'obligeance de M. A. Mercier-Pageyral, propriétaire du terrain sur lequel elle se trouve, d'où le nom de *station Pageyral*, que j'ai cru devoir lui donner, est située à 2^{km} environ de la célèbre grotte de Cro-Magnon, sur la rive gauche de la Vézère, presque en face de Laugerie, ou mieux en face de la petite île de Malaga.

» Elle constitue un véritable abri-sous-roche, protégé par la paroi du rocher Delluc qui le surplombe.

» C'est là que j'ai commencé des fouilles qui démontrent qu'à l'époque du renne l'homme a vécu pendant un certain temps sous cet abri, de même qu'il vivait dans les stations voisines de Laugerie, de Gorge d'Enfer, sur la rive droite de la Vézère ; des Eyzies, de Cro-Magnon, etc., sur la rive gauche.

» J'ai fait une première tranchée dirigée perpendiculairement au rocher, tranchée de $3^m,75$ de longueur, sur $1^m,60$ de largeur et $1^m,45$ de profondeur. Sous une couche de terre végétale mêlée de pierrailles, d'une épaisseur de $0^m,25$ à $0^m,30$, j'ai rencontré un foyer parfaitement caractérisé par les divers objets que j'y ai trouvés associés à de la cendre et à des matières charbonneuses, objets tels que os, dents, coquilles et silex, dont voici la rapide énumération.

FAUNE.

» La faune est peu variée, jusqu'à présent du moins, et comporte seulement les espèces animales suivantes :

1° Vertébrés.

» A. Mammifères. — *Carnassiers :* le renard, *Canis vulpes;* le chacal, *Canis aureus.*

» *Pachydermes :* le sanglier, *Sus scrofa.*

» *Ruminants :* le renne, *Cervus tarandus;* le cerf élaphe, *Cervus elaphus;* le chevreuil, *Cervus capreolus;* un bœuf non adulte, mais jeune encore, peut-être le *Bos primigenius.*

» B. Oiseaux. — *Oiseaux de proie diurnes :* le milan royal, *Falco milvus.*

» *Gallinacés :* un faisan, *Phasianus.*

2° Invertébrés.

» Mollusques. — Ils sont représentés jusqu'à présent par des coquilles exclusivement terrestres du genre *Helix*, l'*Helix nemoralis*.

INDUSTRIE.

» Les divers objets fabriqués par la main de l'homme, que j'ai trouvés dans les foyers de l'abri-sous-roche de Pageyral, sont caractéristiques de l'époque de la Madeleine. Ce sont notamment une pointe double en os, des lames, des grattoirs, des burins, des pointes, des flèches et autres en silex, plusieurs percuteurs, quelques nuclei et de nombreux éclats.

» En résumé, de par sa faune, cette nouvelle station appartient à l'âge du renne; et, par son industrie, à l'époque magdalénienne, ainsi que le démontrent les fouilles faites jusqu'à ce jour et que j'espère pouvoir reprendre d'ici à quelques mois. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les microbes de l'estomac à l'état normal et leur action sur les substances alimentaires.* Note de M. **J.-E. Abelous**, présentée par M. Schützenberger [1].

« I. J'ai entrepris, dans le laboratoire de M. le professeur Lannegrace, une série de recherches sur les microbes que l'on trouve normalement dans l'estomac, en dehors de tout état pathologique : les résultats que j'ai obtenus concernant l'action de ces bactéries sur quelques substances alimentaires concordent parfaitement avec l'opinion de MM. Pasteur et Duclaux sur l'importance du rôle des microbes dans la digestion.

» Les microbes que je signale ont été trouvés avec une très grande fréquence dans le produit du lavage de mon propre estomac à jeun. Ce lavage était opéré avec toutes les précautions voulues pour me mettre à l'abri de toute contamination extérieure : stérilisation préalable de l'appareil de lavage et désinfection de la bouche et du pharynx par le sublimé.

» J'ai isolé et cultivé les micro-organismes sur les milieux nutritifs so-

---

[1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

lides usités : gélatine et gélose peptonisés et glycérinés, pomme de terre, sérum gélatinisé, bouillons neutre et acidifié à $\frac{1}{1000}$.

» II. J'ai pu ainsi isoler seize espèces de microbes, dont sept connues, qui sont : 1° la *Sarcina ventriculi;* 2° le *Bacillus pyocyaneus;* 3° le *Bacterium lactis ærogenes;* 4° le *Bacillus subtilis;* 5° le *Bacillus mycoïdes;* 6° le *Bacillus amylobacter;* 7° le *Vibrio rugula.*

» Les neuf autres espèces, que je n'ai trouvées décrites nulle part, sont désignées par les lettres A, B, C, D, ...; elles comprennent un coccus et huit bacilles. Après avoir étudié les formes, les dimensions, le mode de reproduction de ces divers microbes, les caractères de leurs cultures dans les divers milieux, j'ai cherché à connaître leur degré de résistance à l'action d'un suc gastrique artificiel (eau, 1000; HCl, 1gr,7). J'ai trouvé que la durée de cette résistance de tous ces micro-organismes dépassait largement la durée moyenne de la digestion stomacale, surtout quand les cultures étaient riches en spores. Enfin, j'ai étudié la façon dont se comportent les bactéries dans un milieu privé d'air, et j'ai vu que dix de ces micro-organismes se développaient d'une façon plus ou moins luxuriante à l'abri de l'air : ce sont des anaérobies facultatifs.

» III. En dernier lieu, j'ai étudié l'action de chacun de ces microbes sur diverses substances alimentaires stérilisées (lait écrémé, albumine de l'œuf coagulée, fibrine, gluten, lactose, sucre de canne, glucose, empois d'amidon. Puis j'ai expérimenté l'action de tous ces micro-organismes à la fois sur chacune de ces substances alimentaires.

» Voici les résultats généraux de ces recherches :

Lait............ { 3 microbes peptonifient la caséine sans coaguler le lait.
9 coagulent le lait ou précipitent la caséine et la redissolvent ensuite assez rapidement.
4 coagulent le lait et ne redissolvent pas le coagulum.

» La coagulation du lait est tantôt due à une présure, tantôt à la formation d'acide lactique.

Albumine........ { 5 microbes la dissolvent rapidement et complètement.
5 la dissolvent en partie seulement.

Fibrine.......... { 4 la dissolvent complètement et rapidement.
6 l'attaquent bien, mais ne peuvent la dissoudre complètement.
2 l'attaquent faiblement.

Gluten.......... { 2 le dissolvent assez rapidement et totalement.
3 complètement, mais lentement.
4 lentement et partiellement.

Lactose..........	8 le transforment rapidement en acide lactique. 2 lentement et faiblement.
Sucre de canne...	3 l'intervertissent rapidement. 4 plus faiblement. 1 très faiblement.
Glucose	6 forment à ses dépens des quantités notables d'alcool. 5 de faibles quantités ou des traces.
Amidon	5 fluidifient et saccharifient rapidement l'empois d'amidon. 3 le saccharifient partiellement. 5 ne forment à ses dépens que des traces de glucose.

» Quand on fait agir tous ces microbes à la fois sur un aliment, l'attaque est très vive; il se produit un dégagement de gaz abondant, surtout dans l'attaque des hydrocarbonés. Dans ces conditions, la transformation des substances azotées donne lieu à la production d'une odeur infecte, véritablement fécaloïde.

» L'action des microbes se ralentit et finit même par cesser par suite de l'accumulation de produits acides. Quand le milieu est additionné de craie, l'action se poursuit beaucoup plus régulièrement.

» L'action des microbes se traduit non seulement par la formation de peptones, de glucose ou d'alcool, mais aussi par l'apparition de produits de transformation plus avancée (leucine, tyrosine, acides gras, composés ammoniacaux).

» *Conclusions.* — 1° On trouve dans l'estomac, à l'état normal, des microbes assez nombreux. Ceux que j'ai pu isoler résistent bien à l'action d'un liquide assez fortement acide. Plusieurs peuvent vivre sans air.

» 2° Tous ces microbes exercent, *in vitro,* une action plus ou moins rapide, plus ou moins énergique sur plusieurs substances alimentaires.

» 3° Me basant sur le temps minimum nécessaire, *in vitro,* pour la transformation de quantités appréciables de matière alimentaire, je pense que le vrai théâtre de l'action de ces microbes n'est pas l'estomac, mais l'intestin; le séjour des aliments dans l'estomac étant trop court.

» 4° Entraînés dans l'intestin avec le chyme, ces microbes doivent jouer un rôle important dans la digestion, puisque, *in vitro,* c'est-à-dire dans des conditions défavorables, beaucoup d'entre eux décomposent rapidement les substances alimentaires. »

M. **Duponchel** adresse un Mémoire sur « les taches solaires et leurs relations avec les mouvements planétaires », et fait connaître une formule

qui représente les observations des taches pour une durée de quatre siècles, depuis l'an 1600, en concordance avec les données réunies par M. de la Rue pour les années 1832 à 1877, et par M. Wolf pour les années 1750 à 1888.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 février 1889.

Description du service horaire de la ville de Lyon; par M. Charles André. Lyon, Léon Delaroche et Cie, 1889; br. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Observations sur les acides oxybenzoïques et sur l'acide benzoïque; par M. Œchsner de Coninck. Montpellier, Gustave Firmin, 1889; br. in-8°. (Présenté par M. Schützenberger.)

La virilité et l'âge critique chez l'homme et chez la femme; par le Dr Louis de Séré. Paris, Lecrosnier et Babé, 1889; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Des aberrations du sens génésique et de l'hybridité chez les animaux. Quatrième Partie : *Des jumarts; par* M. Armand Goubaux; br. in-8°. (Extrait des *Nouvelles Archives d'Obstétrique et de Gynécologie,* nos d'octobre et de novembre 1888.)

Observations sur deux roses prolifères; par le Dr Beauvisage; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société botanique de Lyon,* 1887.)

Nouveau système portatif, envisagé au point de vue des buts militaires; par A. Mendel; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Rapport général sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies françaises pendant l'année 1887. Paris, Imprimerie nationale, 1888; br. in-8°. (Deux exemplaires adressés par M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.)

Annuaire géologique universel. Revue de Géologie et Paléontologie, dirigée par le Dr L. Carez et H. Douvillé, tome IV. (Fondé par le Dr Dagincourt.) Paris, Comptoir géologique de Paris, 1886; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Physiologie des exercices du corps; par le Dr Fernand Lagrange. Paris, Félix Alcan, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches expérimentales sur la durée des actes psychiques les plus simples et sur la vitesse des courants nerveux à l'état normal et à l'état pathologique; par A. Rémond (de Metz). Paris, Octave Doin, 1888; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie).

H. Beaunis. — *L'évolution du système nerveux* (cinq numéros de la *Revue scientifique*). — *Recherches physiologiques sur la contraction simultanée de muscles antagonistes, avec quelques applications à la Pathologie.* (Extrait des *Archives de Physiologie normale et pathologique*). — *L'École du Service de santé militaire de Strasbourg et la Faculté de Médecine de Strasbourg de* 1856 *à* 1870; br. in-8°. (Présentés par M. Brown-Séquard.)

Cyclones et trombes; par le prof. Jean Luvini. Turin, 1888; 2 br. in-8°.

Les trombes dans les eaux de la mer; par Jean Luvini; br. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique. Tome XIII, 2e livraison, et tome XV, 2e et 3e livraisons. Liège, Vaillant-Carmanne, 1888; 3 vol. gr. in-8°.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. Tome XXII (quatrième série, tome II), année 1887. Bruxelles, P. Weissenbruch; 1 vol. gr. in-8°.

Annali dei regi Istituti tecnico e nautico e della regia Scuola di costruzioni navali di Livorno. Anno scolastico 1881-1883; serie 2a, vol. I e II. Livorno, Gius. Meucci, 1888; 2 vol. in-8°.

Publications périodiques.

Revue maritime et coloniale. — Tableaux mensuels de la Statistique municipale de la Ville de Paris. — Revue bryologique. — Marseille-Médical. — La tempérance. — Annales télégraphiques. — Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. — Bulletin de la Société zoologique de France. — Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département d'Indre-et-Loire. — Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme. — Le Moniteur de la Photographie. — Atti della reale Accademia dei Lincei. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino.

ERRATA.

(Séance du 4 février 1889.)

Note de MM. *Ch. Girard* et *L. L'Hôte,* Sur la chaleur de formation du bichromate d'aniline :

Page 239, ligne 10, *au lieu de* 200^{lit} d'eau, *lisez* 200^{cc} d'eau.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 FÉVRIER 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *H. von Dechen,* Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé à Bonn le 15 février 1889.

Notice sur les travaux de M. de Dechen; par M. **Daubrée.**

« M. de Dechen, qui appartenait à l'Académie des Sciences comme Correspondant dans la Section de Minéralogie, vient de s'éteindre à Bonn, le 15 de ce mois, à l'âge de 89 ans.

» Entré en 1826 dans le corps des ingénieurs des Mines de la Prusse, M. de Dechen n'a pas cessé, pendant plus de soixante ans, de rendre d'éminents services à l'industrie minérale, notamment dans la Prusse rhénane où il a longtemps rempli les fonctions de Directeur général.

» L'activité de ses fonctions administratives et techniques ne l'empêcha pas de cultiver la Géologie avec ardeur et beaucoup de succès. Son début, qui remonte à 1825, fut marqué par la publication, faite en commun avec deux collaborateurs, d'un Ouvrage accompagné d'une Carte géologique sur les contrées rhénanes, qu'il devait plus tard explorer d'une manière approfondie. Un voyage en Angleterre et en Écosse, qu'il fit peu d'années après, lui suggéra plusieurs Mémoires très appréciés.

» A partir de cette époque les études de M. de Dechen se concentrèrent principalement sur la Prusse rhénane et la Westphalie. Ses longues recherches, fruits de vingt-cinq années d'une activité incessante, sont résumées dans une grande Carte à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, en 34 feuilles qui n'occupent pas moins de 5^m de hauteur sur 3^m de largeur, et que complète un texte de deux gros Volumes.

» On est redevable au même savant de deux autres Cartes géologiques d'ensemble, qui ont été bien souvent et bien utilement consultées parce qu'elles coordonnaient des données sur la partie centrale de l'Europe alors éparses : l'une de l'Allemagne entière avec les régions limitrophes, y compris toute la chaîne des Alpes; l'autre représentant l'Allemagne, la France et l'Angleterre.

» Les contrées volcaniques des bords du Rhin rivalisent avec l'Auvergne pour la multiplicité et l'intérêt des éruptions dont elles ont été traversées. M. de Dechen en a fait une étude toute spéciale, dont les résultats sont consignés dans plusieurs Volumes.

» Rien ne fait mieux ressortir l'union de la Géologie théorique et de ses applications que l'Ouvrage du savant ingénieur sur les minerais et les roches utiles de l'empire d'Allemagne : combustibles, minerais métalliques, sel gemme, pierres et terres de toutes sortes. C'est un modèle du genre, que d'autres pays se féliciteraient de posséder.

» En dehors de ces grands Ouvrages, M. de Dechen, pendant quarante années, a enrichi de plus de 300 articles les publications de la Société scientifique siégeant à Bonn. Il était l'âme de cette Compagnie. Là, comme ailleurs, il encourageait les jeunes savants de ses utiles conseils, ainsi que par ses exemples. Partout il a été vénéré, tant pour les services sans nombre qu'il a rendus qu'à raison de l'élévation et de la droiture de son caractère : sa simplicité et sa modestie étaient essentiellement sympathiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les propriétés vaccinales de microbes ci-devant pathogènes, transformés en microbes simplement saprogènes, destitués de toutes propriétés virulentes;* par M. **A. Chauveau**.

« Ce travail a été entrepris dans le but d'apprécier la valeur de certains faits réputés propres à éclairer l'histoire naturelle générale des micro-organismes, particulièrement en ce qui concerne la question du transformisme spécifique. Si je présente mes recherches sous le titre ci-dessus, c'est parce qu'elles m'ont amené à constater l'existence de propriétés vaccinales énergiques dans des cultures de microbes infectieux frappés de déchéance au point de vue de l'aptitude virulente.

» Au fond, voici le point que j'ai cherché à résoudre :

» A. *La perte complète de toute virulence dans les microbes infectieux peut-elle être considérée comme un indice de transformation spécifique?* — On connaît l'étroite parenté qui existe entre les *microbes pathogènes* et ceux que, par une extension légitime, quoique peu grammaticale, on peut comprendre tous sous la désignation de *microbes saprogènes*. Cette parenté a, tout naturellement, suscité l'hypothèse qu'il y n'a entre ces deux sortes d'organismes aucune ligne de démarcation tranchée, et qu'ils peuvent se transformer les uns dans les autres. On a même cherché à réaliser ces transformations, à rendre bénin, c'est-à-dire impropre à ses manifestations virulentes habituelles, tel microbe éminemment malin, et à rendre malin, c'est-à-dire nettement virulent, tel microbe saprogène habituellement impropre à toute influence physiologique malfaisante quand, au lieu d'être cultivé dans les milieux extérieurs, il est implanté dans l'organisme animal.

» Il est bien certain que la virulence de certains agents pathogènes s'atténue ou s'exalte, suivant les conditions de la culture à laquelle on soumet ces agents. Parfois même cette virulence s'éteint absolument, du moins en apparence, sans que la *végétabilité* du microbe ait subi une sensible atteinte. A la vérité, la récupération de la virulence totalement perdue ne semble pas aussi facile à obtenir, ni, *a fortiori*, l'attribution, de toutes pièces, de cette propriété à des microbes purement saprogènes à l'origine. Mais le succès de l'opération inverse n'en est pas amoindri dans ses conséquences. Il autorise à se demander si vraiment on transforme spécifiquement les microbes pathogènes qu'on prive de toute aptitude virulente, en leur conservant leur aptitude à végéter.

» Pour interpréter ce résultat, j'ai choisi, parmi les faits de transformation dont il est possible de tirer parti, ceux qui concernent le microbe de Davaine, c'est-à-dire le *bacillus anthracis*. On les a observés partout dans les laboratoires où l'on s'occupe beaucoup du charbon, à l'Office sanitaire de Berlin aussi bien que chez M. Pasteur. Il est même arrivé qu'ils se sont présentés à l'observation sans qu'on ait cherché à les obtenir. Mais l'application méthodique des différents procédés d'atténuation virulente permet de reproduire ces faits avec une certaine sûreté. Je vais indiquer ceux que j'ai obtenus en faisant intervenir comme agent atténuant l'air ou l'oxygène comprimés.

» B. *Le* Bacillus anthracis *rendu neutre ou indifférent, c'est-à-dire dépouillé de toute aptitude virulente par la culture en présence de l'oxygène sous tension augmentée.* — En 1884, j'ai réussi, en cultivant l'agent du charbon pendant quatre et cinq générations successives sous pression d'air augmentée (9^{atm}), à créer des races de *Bacillus anthracis* dont la virulence était considérablement atténuée. L'inoculation des cultures de ces races de bacilles, aux doses habituelles, était, pour le mouton, complètement ou à peu près complètement inoffensive, suivant le degré d'atténuation, tandis qu'elle tuait presque constamment le très jeune cobaye et assez fréquemment le cobaye adulte.

» J'ai voulu voir, dans ces derniers temps, ce qu'il adviendrait de ces bacilles charbonneux si on les soumettait derechef, dans de nouvelles cultures, à l'action de l'oxygène sous pression augmentée. N'avait-on pas chance d'obtenir alors, non plus seulement des bacilles simplement atténués et rendus ainsi propres à l'usage vaccinal, mais des agents absolument privés de toute virulence, fixés dans leurs propriétés nouvelles de manière à pouvoir être considérés comme étant transformés spécifiquement en microbes purement saprogènes?

» Deux races de virus atténués, propres aux inoculations préventives, ont été soumises, dans mes expériences nouvelles, à la répétition de l'influence atténuante de l'oxygène comprimé. Je passe sur les détails de l'opération, malgré l'intérêt qu'ils présentent [1]. L'une de ces races était un peu moins active que l'autre; la première sera désignée par la lettre A, la seconde par la lettre B.

---

[1] On trouvera ces détails, avec beaucoup d'autres, dans le Mémoire qui sera publié *in extenso*, le mois prochain, par les *Archives de Médecine expérimentale et d'Anatomie pathologique*.

» Le virus A a subi le surcroît d'action de l'oxygène sous pression augmentée dans trois générations successives; le virus B, dans quatre générations.

» Dès la première génération, le virus A avait perdu toute virulence. Il avait acquis une bénignité absolue, au moins en apparence, à l'égard des sujets les plus impressionnables au charbon, comme les jeunes souris et les cobayes d'un jour. J'ajoute que cette bénignité absolue s'est intégralement maintenue dans les cultures ultérieures faites au contact de l'air sous la pression normale, cultures arrivées maintenant à la cinquième génération.

» Dans le virus B, cet état d'indifférence ou d'inertie n'a été obtenu qu'après la seconde génération nouvelle sous pression augmentée d'oxygène. Mais la transformation a été à peu près aussi radicale que dans le virus A. L'inoculation du liquide de culture ne produit pas plus d'effet sur la jeune souris que sur le cobaye d'un jour.

» Cette déchéance si complète, au point de vue de l'aptitude virulente, n'a pourtant entraîné aucune modification essentielle dans la forme des éléments microbiens, ainsi que dans leur aptitude prolifique. La perte de la virulence fait donc opposition avec la conservation des caractères morphologiques et avec la végétabilité du ci-devant agent infectieux. A ce dernier point de vue, c'est bien toujours le même microbe; seulement il n'est plus pathogène : il est devenu neutre ou indifférent, c'est-à-dire impropre aux fermentations physiologiques de nature infectieuse. C'est un microbe qui semble être maintenant simplement saprogène; il ne paraît plus pouvoir s'attaquer à la matière vivante, et peut être considéré comme étant apte à vivre, à se développer seulement dans les milieux extérieurs, comme les microbes des fermentations communes.

» Qu'en faut-il penser?

» C. *La perte totale de l'aptitude virulente suffit-elle pour enlever au* Bacillus anthracis *son caractère de microbe infectieux?* — S'il est bien certain que le microbe charbonneux des cultures A et B n'est plus virulent, dans le sens qui s'attache à ce mot en pathologie générale, il ne s'ensuit pas nécessairement que ce microbe soit déchu de sa qualité d'agent infectieux. En effet, il n'y a pas que l'aptitude virulente qui soit le signe de la nature infectieuse des microbes. Cette nature infectieuse se traduit encore, au moins pour les agents de certaines maladies, par l'aptitude vaccinale. Quand l'organisme a résisté à leurs atteintes, ces agents y laissent après eux des traces bienfaisantes de leur passage; ils créent l'immunité contre

leur propre action malfaisante. Ceux dont la virulence a été très atténuée possédant également cette propriété, on est autorisé à se demander pourquoi les bacilles charbonneux privés de toute virulence n'en jouiraient pas également.

» D. *Le caractère infectieux est conservé au* Bacillus anthracis *privé de virulence, par la persistance de l'aptitude à créer l'immunité anticharbonneuse.* — Je vais prouver qu'en effet les races de *Bacillus anthracis* que j'ai transformées, par la seule action répétée et prolongée de l'oxygène comprimé, en agents d'apparence purement saprogène, jouissent à un degré remarquable de la précieuse propriété d'engendrer l'immunité anticharbonneuse.

» Il a suffi, pour mettre cette propriété en évidence, d'employer, dans les inoculations, des doses relativement fortes du bouillon vaccinal, en appliquant une fois de plus le principe établi par mes recherches antérieures relativement à l'influence que le nombre des agents infectants exerce sur les caractères de l'infection. Je dois dire ici que, par suite d'une erreur commise par un garçon de laboratoire, les expériences dont je vais parler ont été engagées, pour ainsi dire, à mon insu. Il en est résulté qu'on n'a pu y consacrer la quantité de matière vaccinale qui était jugée nécessaire. Les résultats obtenus n'en sont que plus frappants.

» C'est avec une culture de la race A que les inoculations ont été faites.

» Expérience I (1). — Neuf moutons métis-mérinos sont consacrés à cette expérience. Ces animaux reçoivent, à quatre dates différentes, 1 goutte, 2 gouttes, 1^{cc}, $1^{cc},5$ du bouillon de culture. On devait faire cette dernière inoculation avec une dose de 2^{cc} au minimum; mais la matière vaccinale a fait défaut.

» Ces neuf moutons sont ensuite soumis à une inoculation d'épreuve avec virus fort, en même temps que quatre moutons témoins. Pour bien assurer l'efficacité de cette inoculation d'épreuve, on la pratique en double, à la face interne des cuisses, avec deux virus différents. Voici les résultats de ces inoculations virulentes.

» *Moutons témoins.* — *Tous quatre* meurent du charbon en 45, 60, 70 et 130 heures.

» *Moutons de l'expérience.* — *Deux* sur *neuf* sont tués par les inoculations virulentes, l'un en 70 heures, l'autre en 115 heures. Les *sept* autres résistent à ces inoculations et sont actuellement très bien portants.

» Expérience II (2). — Neuf animaux solipèdes, dont une ânesse et huit chevaux ou juments, sont consacrés à cette expérience.

---

(1) Expérience faite à l'École vétérinaire de Lyon, avec l'assistance de M. Arloing.

(2) Cette expérience a été faite à Melun, avec le concours de la *Société d'Agricul-*

» Cinq inoculations sous-cutanées du liquide A sont faites successivement avec 2 gouttes, 6 gouttes, 1^{cc}, 1^{cc}, 3^{cc}.

» L'innocuité de ces diverses inoculations a été des plus complètes. Il n'y a pas eu d'accident local pour ainsi dire. C'est seulement à la suite de la cinquième inoculation, avec 3^{cc} de matière, qu'on a constaté une tuméfaction œdémateuse sensible; et encore cette petite tuméfaction a-t-elle été extrêmement fugitive, elle a disparu avec une grande rapidité, comme celles qui succèdent aux simples injections médicamenteuses.

» Quant à l'état général, il a été fort peu modifié. Aucune des inoculations n'a agi bien énergiquement sur cet état général. C'est à peine si elles ont entraîné quelques changements irréguliers dans la température.

» *Inoculation d'épreuve.* — Cette inoculation est faite à la fois sur les neuf sujets et sur deux chevaux témoins, avec du virus charbonneux fort envoyé par M. Nocard. Les onze sujets reçoivent un demi-centimètre cube de ce virus sous la peau de l'encolure.

» *Résultats de l'inoculation d'épreuve.* — 1° *Sur les sujets préalablement inoculés avec la culture* A. — Au point de vue de l'effet local, l'action de l'inoculation virulente fut à peu près nulle. On ne remarqua de tuméfaction évidente que sur deux des sujets; et la tumeur, grosse à peu près comme un œuf de dinde, disparut rapidement par résolution.

» La santé générale des sujets ne fut pas davantage modifiée. Pourtant quelques-uns éprouvèrent une élévation de température, qui ne dura guère, du reste.

» 2° *Sur les sujets témoins.* — L'inoculation a déterminé un effet local considérable.

» Sur l'un des sujets (n° 1), cette tuméfaction présente de monstrueuses dimensions, qui déforment l'animal. Du côté gauche du cou, son point de départ, elle s'est étendue au bord inférieur et au côté droit de la région, puis à la nuque, à l'auge, au poitrail. L'infiltration s'est même glissée entre le thorax et les deux épaules et se montre derrière le coude au niveau du passage des sangles.

» L'état général est en accord avec ces graves désordres locaux. Aussi, huit jours après l'inoculation, l'animal succombe. Sa rate était extrêmement riche en bacilles, qui ont tué rapidement un lapin et deux cobayes, auxquels la pulpe splénique avait été inoculée.

» Sur l'autre sujet (n° 2), les désordres locaux, moins prononcés que sur le n° 1, furent toutefois fort graves, sinon aussi menaçants. A la tumeur locale primitive succéda une infiltration diffuse s'étalant sous la peau dans toutes les directions. En s'ac-

---

ture de Seine-et-Marne et de la *Société de Médecine vétérinaire pratique,* par les soins de M. Rossignol, secrétaire général des deux Sociétés, assisté de M. Barrier. Je ne saurais trop remercier ces deux Sociétés, et tout particulièrement ceux de leurs membres, je viens de les désigner, qui ont exécuté l'expérience. Leur collaboration m'a été tout particulièrement précieuse dans les mauvaises conditions où je continue à me trouver pour la poursuite de mes travaux de laboratoire.

cumulant dans les parties déclives, l'infiltration a produit une énorme tumeur vers le poitrail.

» La température s'éleva encore plus que chez le n° 1. Toutefois, l'état général resta meilleur. Le sujet paraissait s'acheminer lentement vers la guérison quand, pour éviter des frais inutiles, il fut abattu. On ne fit pas l'autopsie.

» Voilà mes deux expériences. Elles démontrent d'une manière tout à fait péremptoire que le *Bacillus anthracis*, non pas seulement atténué, mais privé de toute virulence, possède d'énergiques propriétés vaccinales. La deuxième est particulièrement intéressante. Je ne crois pas qu'on ait jamais obtenu un succès plus complet sur le cheval, en employant, pour la création de l'immunité, les virus charbonneux simplement atténués. Quant à la première expérience, sa signification n'est pas moins nette. Malgré les mesures prises pour rendre l'inoculation d'épreuve particulièrement agressive, sept animaux sur neuf ont donné la preuve qu'ils avaient été parfaitement vaccinés. Je ne crains pas d'affirmer que le succès eût été aussi complet que dans la première expérience, s'il avait été possible de faire une troisième inoculation massive ou de pratiquer la seconde avec une quantité suffisante de matière.

» *Conclusion.* — Le microbe charbonneux, totalement privé de sa virulence, n'est pas devenu un simple microbe saprogène apte seulement aux fermentations communes qui se passent en dehors des milieux vivants. Il a conservé un des attributs les plus précieux qui dénotent la nature infectieuse du microbe pathogène. Donc il n'a pas été transformé spécifiquement; cet agent appartient encore à la souche d'où il est issu : il reste toujours microbe pathogène. C'est au moins la conclusion qui s'impose *actuellement*. Naturellement, je ne peux rien préjuger au sujet des métamorphoses ultérieures qu'il sera peut-être possible d'imprimer encore au *Bacillus anthracis*, en continuant de le soumettre à l'action de l'oxygène comprimé, ou par tout autre moyen. Mais, dans l'état actuel où j'ai mis le microbe, sa transformation n'est qu'apparente. Au fond, tout destitué qu'il soit de sa fonction virulente, il n'a pas été privé de l'aptitude à la récupérer. C'est ce que je ferai ressortir dans les développements que j'ai encore à donner. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le bleu égyptien ou vestorien;* par M. **F. Fouqué.**

« Les Romains possédaient pendant les premiers siècles de l'ère chrétienne, sous le nom de *bleu égyptien*, une très belle matière colorante bleue qui, à l'époque de l'invasion des Barbares, a cessé d'être fabriquée. Elle est actuellement inconnue dans l'industrie.

» Elle a été employée dans quelques-unes des plus belles fresques qui figurent au musée du Vatican; on l'a trouvée fréquemment à Pompéi; enfin à plusieurs reprises on en a recueilli des spécimens en France, dans des tombeaux gallo-romains.

» Sur l'invitation de l'impératrice Marie-Louise, elle a été étudiée en 1809 par Chaptal ([1]). Elle a fait l'objet d'un travail de Darcet ([2]) en 1810, de Humphry Davy ([3]) en 1815. Girardin ([4]) en 1846, M. de Fontenay ([5]) en 1874 ont tenté de la reproduire. M. Pisani ([6]) en a récemment analysé un spécimen, et M. Bertrand ([7]) a montré que c'était une substance cristalline à un axe négatif.

» Ces recherches nombreuses n'ayant pu amener ni la connaissance exacte de la composition chimique de la matière en question, ni la notion complète de ses propriétés optiques, et surtout sa reproduction étant demeurée incertaine, j'ai cru devoir en reprendre l'étude.

» Ce bleu est un silicate double de cuivre et de chaux ayant pour formule $CaO, CuO, 4SiO^2$, comme le montrent les résultats suivants fournis par l'analyse :

		Oxygène.
Silice	63,7	33,9
Chaux	14,3	4,1
Oxyde de cuivre	21,3	4,3
Fe^2O^3 ([8])	0,6	
	99,9	

([1]) *Ann. de Chimie*, t. LXX, p. 22; 1809.
([2]) *Ibid.*, t. LXXIV, p. 313; 1810.
([3]) *Ibid.*, t. XCVI, p. 72 et 193; 1815.
([4]) *Journ. de Pharmacie*, t. X, p. 320; 1846.
([5]) *Ann. de Physique*, p. 193; 1874.
([6]) *Bull. Soc. min.*, t. III, p. 147; 1880.
([7]) *Ibid.*, t. IV, p. 84; 1881.
([8]) Le fer trouvé doit être considéré comme une matière étrangère provenant de l'impureté des matières employées. Je ne pense pas qu'il doive figurer dans la formule.

» Il n'entre aucune trace d'alcalis dans ce produit. On peut l'obtenir en employant comme matières premières des substances rigoureusement exemptes de soude et de potasse.

» Le poids spécifique est égal à 3,04.

» C'est une substance cristallisée, appartenant au système quadratique. Elle se présente sous forme de lamelles aplaties parallèlement à la base du prisme, souvent déchiquetées sur les bords, quelquefois cependant terminées par des contours rectangulaires très nets. Le diamètre de ces lamelles peut atteindre 2^{mm}, leur épaisseur dépasse rarement $0^{mm},5$. Elles sont d'un beau bleu d'azur. Vues en lumière parallèle entre les nicols croisés, elles demeurent éteintes dans toutes les orientations. En lumière polarisée convergente, elles présentent la croix et les anneaux caractéristiques des minéraux à un axe. Avec un mica quart d'onde, on s'assure aisément du signe négatif du minéral. Ces lamelles, observées au microscope sur leur tranche, avec interposition d'un nicol, offrent un polychroïsme très remarquable. Avec des rayons vibrant suivant l'axe, elles sont d'un rose pâle; quand les vibrations se font dans la direction perpendiculaire, elles sont d'un bleu intense.

» La biréfringence est égale à 0,031.

» La plupart des agents chimiques sont sans action sur cette matière, ce qui explique le parfait état de conservation des peintures dans lesquelles elle a été employée il y a dix-neuf cents ans. On peut la faire bouillir sans l'altérer dans l'acide sulfurique. Le sulfhydrate d'ammoniaque ne la noircit pas, malgré sa teneur en cuivre. La chaux ne l'attaque qu'à haute température. L'acide fluorhydrique seul la dissout aisément.

» Elle résiste à l'action d'une température assez élevée; elle ne se produit qu'au rouge vif, mais elle s'altère si l'on dépasse notablement la température à laquelle elle prend naissance. C'est le maintien de la température optima qui constitue toute la difficulté de sa fabrication.

» Quand on la soumet à une chaleur trop forte, elle se décompose. Il se forme de l'oxydule de cuivre en petits cristaux dendritiques, de la wollastonite en longs prismes incolores [1] et un verre vert-clair. La proportion du verre augmente quand la température devient plus élevée et enfin, au

---

[1] Cette wollastonite possède deux axes optiques écartés d'environ 15°, la bissectrice est négative, le plan des axes est perpendiculaire à l'allongement, la biréfringence est égale à 0,014, la macle suivant *p* est fréquente. Quand on emploie des matériaux impurs, on observe aussi la formation d'anorthite.

rouge blanc, la wollastonite disparaît et il ne reste plus qu'une sorte d'aventurine formée par le verre vert chargé de petits cristaux d'oxydule de cuivre.

» Vitruve a décrit la fabrication du bleu égyptien et en a raconté l'histoire :

» La préparation fut, dit-il, inventée à Alexandrie et Vestorius en a depuis établi une fabrique à Pouzzoles. L'invention en est admirable : on broie ensemble du sable avec de la fleur de natron aussi menu que de la farine ; on la met avec de la limaille de cuivre et on arrose le tout avec un peu d'eau, de manière à en faire une pâte. On fait ensuite avec cette pâte plusieurs boules que l'on fait sécher. Enfin on les chauffe dans un pot de terre placé sur un fourneau, de manière que par la violence du feu la masse entre en fusion et donne naissance à une couleur bleue.

» J'ai constaté que le procédé décrit par Vitruve réussissait, mais que le carbonate de soude employé par Vestorius comme fondant n'était pas nécessaire et qu'il pouvait, d'ailleurs, être remplacé avantageusement par d'autres sels. Le fondant dont j'ai tiré le meilleur parti est le sulfate de potasse.

» Les anciens employaient dans leur fabrication un grand excès de silice ; la matière bleue, en se formant, se moulait sur les grains du sable employé. J'ai trouvé plus avantageux d'opérer avec des mélanges bien plus basiques, quitte à nettoyer ensuite à l'aide de l'acide chlorhydrique les produits obtenus. La purification complète s'achève au moyen de la liqueur dense de Daniel Klein.

» C'est vainement que j'ai cherché à remplacer dans le bleu égyptien la chaux par la magnésie.

» La beauté et la solidité de cette matière colorante, qui ne redoute ni l'air, ni l'humidité, ni la lumière, ni la plupart des agents chimiques, la facilité de sa fabrication, le prix très bas auquel on peut la produire font désirer qu'elle reprenne sa place dans l'industrie. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur deux Échinodermes fossiles provenant de Thersakhan (Turkestan).* Note de M. G. Cotteau.

« Je désire appeler un instant l'attention de l'Académie sur deux Échinodermes fossiles rapportés par mon frère, E. Cotteau, du Turkestan, et qui lui avaient été remis, à Askabad, par le général russe Komaroff. Ces Échinodermes ont été recueillis par le général lui-même à Thersakhan, sur les bords de la rivière de Soumbar, qui se jette dans le fleuve Atrek.

» L'un d'eux est un Crinoïde que M. P. de Loriol vient de décrire et de figurer dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, sous le nom d'*Austinocrinus Komaroffi*. Bien que le calice ne soit pas connu, la tige présente des caractères si particuliers qu'elle a été considérée par M. de Loriol comme devant former un genre nouveau ; cette tige est massive, cylindrique, de 13^{mm} à 18^{mm} de diamètre ; elle se compose d'articles minces, rugueux ou granuleux sur la face externe. Les facettes articulaires portent une rosette centrale de cinq pétales creusés, limités par de courtes crénelures, ne dépassant pas la moitié du rayon, et même parfois atteignant à peine le tiers. Le reste de la surface est couvert de stries rayonnantes fasciculées. Les articles verticillaires sont rares ; ils portaient cinq cirres dont les facettes articulaires échancrent fortement le bord. Ce genre, suivant M. de Loriol, appartient à la famille des *Pentacrinidés ;* il se rapproche des *Balanocrinus*, mais il en diffère totalement par la grande brièveté de la rosette articulaire et la présence de stries rayonnantes fasciculées sur la moitié au moins de la surface des facettes,

» La seconde espèce est un Échinide parfaitement connu, se rapportant au genre *Coraster*, dont j'ai donné la description, pour la première fois, en 1886, et qui renferme déjà un certain nombre d'espèces décrites par M. Seunes et par moi, faisant toutes partie de la craie sénonienne supérieure.

» Les exemplaires du Turkestan sont tout à fait identiques au *Coraster Vilanovæ*, très abondant dans la craie supérieure d'Alfaz, province d'Alicante (Espagne) ; ils sont caractérisés par leur petite taille, par leur test subcordiforme, élevé, renflé, arrondi en avant, subtronqué en arrière, brusquement déclive dans la région antérieure, à peine caréné dans l'aire interambulacraire impaire, bombé en dessous et légèrement rentrant à la base. Dans le Turkestan, de même qu'en Espagne, les autres caractères de l'espèce sont nettement tranchés. Le sommet ambulacraire est très excentrique en avant ; le sillon antérieur, nul à la face supérieure, s'accentue un peu aux approches du péristome ; l'aire ambulacraire impaire est étroite, formée de pores simples, petits, disposés par paires obliques, s'ouvrant à la partie inférieure des plaques, dans des fossettes d'autant plus serrées qu'elles se rapprochent davantage du sommet. Les aires ambulacraires paires, tout en ayant une structure à peu près identique à celle de l'aire ambulacraire impaire, sont composées de pores plus apparents. Le péristome est peu développé, subcirculaire, labié, fortement excentrique en avant. Le fasciole des *Coraster*, toujours très caractéristique, ne saurait être

confondu avec aucun autre; il est relativement peu sinueux et entoure, à la face supérieure, les aires ambulacraires. Chez le *Coraster Vilanovæ*, il descend en avant, très près de l'ambitus, tandis que, dans la région postérieure, il est relativement plus éloigné du périprocte. Cette même disposition se retrouve dans nos exemplaires du Turkestan.

» M. Vilanova, professeur au Muséum de Madrid, auquel est due la découverte de cette espèce, en Espagne, me l'avait, dans l'origine, indiquée comme étant tertiaire, et, suivant son opinion, j'avais cru devoir la placer dans l'étage éocène. De nouvelles observations faites, en France, dans les Pyrénées, par M. Seunes et, tout récemment, par M. Nicklès dans la province d'Alicante, ont prouvé que les couches qui renferment le *Coraster Vilanovæ* appartiennent certainement au terrain crétacé supérieur. A cet égard aucun doute n'est possible.

» La présence de ce petit Échinide dans le Turkestan, à une aussi grande distance des Pyrénées et de la province d'Alicante, est extrêmement intéressante et suffit pour établir que les couches de Thersakan, dans lesquelles le *C. Vilanovæ* a été recueilli, font partie de la craie supérieure. Cette espèce peut être considérée comme essentiellement caractéristique, et démontre qu'à cette époque les mers crétacées occupaient de très vastes régions et se prolongeaient dans le Turkestan et dans l'Inde. »

M. **Haton de la Goupillière**, en déposant sur le bureau le second fascicule du tome I[er] de son « Cours de Machines à l'École supérieure des Mines », s'exprime comme il suit :

« J'ai déjà eu l'honneur d'offrir à l'Académie le premier fascicule de mon *Cours de Machines* relatif à l'Hydraulique et aux moteurs hydrauliques. Celui-ci est entièrement consacré à la Thermodynamique. L'étude du mécanisme des machines à vapeur formera le volume suivant. Toutefois ce fascicule, indépendamment de la théorie abstraite des gaz parfaits, de celle des vapeurs et de la Thermodynamique générale, renferme la description effective des moteurs à vent, à air comprimé, à air chaud, à gaz, à pétrole, à ammoniaque, etc., ainsi que celle des compresseurs, des machines soufflantes, des appareils frigorifiques, etc. »

M. A. **Ledieu** présente à l'Académie le tome I, avec Atlas de 35 Planches,

de l'Ouvrage qu'il publie sur le « Nouveau matériel naval », en collaboration avec M. *E. Cadiat*.

Ce tome comprend la *Balistique*, les *Explosifs*, l'*Artillerie et ses hydrauliques de manœuvre*, les *Fusils*, l'*Électricité en marine*, et particulièrement la *Lumière* et l'*Éclairage électriques à bord*, enfin les *Torpilles*.

RAPPORTS.

GÉOMÉTRIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* E. Vicaire *portant pour titre : « Sur les propriétés communes à toutes les courbes qui remplissent une certaine condition de minimum ou de maximum. »*

(Commissaires : MM. Darboux, Halphen, Haton de la Goupillière; Jordan, rapporteur.)

« Le Mémoire de M. Vicaire, dont l'examen nous a été confié, a pour objet l'étude des courbes qui annulent la variation de l'intégrale $\int f\,ds$, f désignant une fonction explicite des coordonnées x, y, z.

» Après avoir formé, par les méthodes connues, les équations différentielles de ces courbes, l'auteur en donne une traduction géométrique aussi simple qu'élégante. Il montre, en effet, que ces courbes sont complètement caractérisées par les deux propriétés suivantes :

» 1° *Leur plan osculateur est normal aux surfaces de niveau* $f =$ const.

» 2° *La projection de leur rayon de courbure sur la normale à la surface de niveau est égale au quotient de la fonction* f *par son paramètre différentiel du second ordre.*

» On voit par là que cette projection conserve la même valeur pour toutes les courbes de l'espèce considérée qui passent par un même point de l'espace.

» Une courbe C, donnée arbitrairement, peut être considérée comme appartenant à la catégorie ci-dessus étudiée. Construisons en effet une famille de surfaces de niveau

$$\varphi = \text{const.}$$

normales aux plans osculateurs de C aux points où elle rencontre cette courbe. Ce problème est manifestement indéterminé. S'il s'agit d'une

courbe plane, par exemple, on pourra prendre pour les surfaces φ une série quelconque de cylindres normaux aux plans de la courbe.

» Cette première construction effectuée, M. Vicaire montre qu'il existe une fonction $f = F(\varphi)$ entièrement déterminée à un facteur constant près, laquelle admet les surfaces de niveau $\varphi =$ const., et telle que la variation de l'intégrale $\int f\, ds$ soit nulle tout le long de la courbe c.

» Un grand nombre de questions de Mécanique conduisent, ainsi que le rappelle M. Vicaire, à annuler la variation d'une intégrale de la forme qu'il considère. On peut citer entre autres celle de la figure d'équilibre d'un fil homogène, la détermination de la trajectoire d'un point libre, celle des courbes brachistochrones.

» La comparaison de ces divers problèmes l'amène à formuler le théorème suivant :

» *La courbe qui, parcourue par un mobile sous l'action d'une fonction des forces données, rend minimum l'intégrale $\int v^m\, ds$ a, en chaque point, son rayon de courbure dirigé suivant la même droite que celui de la trajectoire que le mobile décrirait s'il devenait libre à partir de ce point, et égal à ce dernier rayon divisé par l'exposant m. Il doit être porté en sens contraire si m est négatif.*

» Le cas le plus intéressant est celui où $m = -1$; la courbe est alors une brachistochrone. Cette analyse met alors en lumière une loi de réciprocité entre les trajectoires et les brachistochrones, que M. Vicaire juge avec raison digne de remarque, mais qui avait déjà été signalée il y a quelques années par M. Audoyer [1].

» On voit par ce court résumé que M. Vicaire a obtenu, par une analyse des plus simples, des résultats généraux et d'un véritable intérêt. Nous avons l'honneur de proposer à l'Académie d'accueillir son travail parmi les Mémoires des Savants étrangers. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Leroy adresse un Mémoire intitulé : « Navigation aérienne sans l'emploi d'un moteur ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

---

[1] *Comptes rendus*, t. C, p. 691.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau de l'Académie une liste alphabétique et topographique des correspondants de Galilée, dressée pour la préparation de l'édition nationale de ses Œuvres.

M. A. Favaro, de l'Université de Padoue, auquel a été confié le soin de diriger cette publication, demande instamment qu'on veuille bien vérifier si, dans les diverses collections publiques ou privées, ne se trouveraient pas des correspondances de quelques-unes des personnes comprises dans cette liste. Il serait également très reconnaissant, si l'on voulait bien lui signaler d'autres correspondances de la première moitié du XVII[e] siècle, où il y aurait quelque chance de rencontrer des renseignements touchant Galilée, sa vie et ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre* 1888; par M. **P. Tacchini.**

« Le nombre de jours d'observations a été 151 pour les taches et les facules : 31 en juillet, 28 en août, 25 en septembre, 25 en octobre, 12 en novembre et 25 en décembre. Voici les résultats :

1888.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative de jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Juillet	1,10	0,68	3,45	15,81	0,42
Août	1,86	0,46	13,71	14,29	0,68
Septembre	4,80	0,04	40,12	27,80	1,68
Octobre	0,68	0,80	1,12	5,72	0,08
Novembre	3,12	0,41	21,88	9,12	0,77
Décembre	2,44	0,44	10,64	10,22	0,56

» En juillet, il s'est produit un minimum dans la fréquence et l'extension des taches, à la suite d'une fréquence assez grande pendant le mois de juin; la même chose est arrivée pour le mois d'octobre, comparé au mois de septembre précédent.

» En comparant les observations de l'année 1888 avec celles de 1887

et 1886, on reconnaît que le phénomène des taches solaires a été plus faible en 1888, avec un maximum de fréquence des jours sans taches; il avait été également plus faible en 1887 qu'en 1886. On a constaté un grand nombre de jours sans taches en janvier et février 1889. Il est donc assez probable que le minimum se produira dans l'année courante.

» Pour les protubérances solaires, nous avons obtenu les résultats suivants :

1888.	Nombre des jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
			"	°
Juillet	20	7,55	46,5	1,6
Août	28	7,97	47,3	1,6
Septembre	21	6,90	43,2	1,3
Octobre	21	7,57	46,6	1,5
Novembre	16	4,50	46,2	1,7
Décembre	17	4,12	43,4	1,7

» Les variations d'intensité dans le phénomène des protubérances solaires ne sont pas d'accord avec les variations des taches; en effet, à un minimum secondaire assez marqué pour les taches, en octobre, correspond une augmentation dans le nombre des protubérances. Cependant toute la série des observations montre que le phénomène des protubérances solaires s'approche du minimum, aussi bien que celui des taches, quoique plus lentement. »

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Projet d'horizon électro-automatique pour observations au sextant.* Note de M. DE KÉRILLIS, présentée par M. Mouchez.

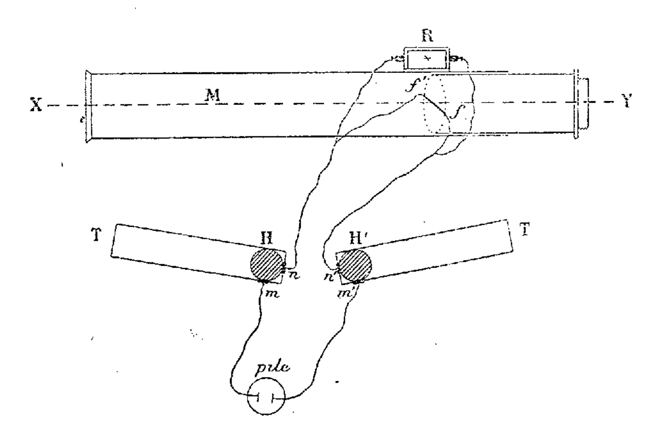
« Pour prendre la hauteur d'un astre à la mer, il faut, comme on le sait, amener son image réfléchie en contact avec l'horizon de la mer visé directement. Si cet horizon devient invisible, il est nécessaire de recourir à un horizon artificiel.

» Celui que nous proposons consiste dans l'emploi d'un fil, disposé dans l'oculaire suivant un diamètre perpendiculaire au plan du limbe.

» Toutes les fois que l'axe de la lunette se trouverait pointé à l'horizon, le fil s'éclairerait subitement par l'électricité. L'observateur serait ainsi prévenu automatiquement de l'horizontalité de la lunette, et en même temps aurait, par le fil même, une excellente ligne de repère, sur laquelle

il lui suffirait de mettre l'étoile en contact pour avoir sa hauteur. Dès que la lunette ne serait plus horizontale, le fil redeviendrait obscur.

» A l'instant précis où la lunette est horizontale, le circuit d'une pile se ferme de lui-même : une étincelle (*e*) jaillit alors dans une petite chambre (R) juxtaposée à la lunette, dont elle n'est séparée que par un verre de couleur. Ce verre, suffisant pour tamiser la trop vive lumière de l'étincelle, permet à l'observateur de voir nettement le fil qui lui sert de repère. L'éclairage du fil pourrait se faire encore en le plaçant directement dans le circuit et le rendant ainsi incandescent.



» La fermeture du circuit est produite par deux petites sphères de cuivre, S et S', qui peuvent se mouvoir librement dans deux branches de tube, en verre, rectilignes et séparées, TH et TH'.

» Les branches sont légèrement inclinées l'une vers l'autre, faisant ainsi un très petit angle, soit 1', avec l'axe XY de la lunette, à laquelle elles sont liées invariablement.

» Cette disposition permet aux deux sphères de venir s'appliquer aux faces internes H et H' des tubes, quand l'axe de la lunette est, à 1' près, horizontal.

» Or c'est uniquement dans cette position spéciale que les sphères, jouant le rôle de conducteurs d'électricité, mettent en communication des plaques de cuivre *m*, *n* et *m'*, *n'*, incrustées dans le verre des tubes, et permettent, par suite, au courant de passer.

» L'éclairage du fil se produira donc toutes les fois que l'instrument sera horizontal, et seulement dans ce cas.

» Comme dispositions de détail, disons que la pile serait indépendante du sextant et reliée à l'instrument par un conducteur flexible.

» Admettant, avec M. Guyou (*voir* la *Théorie du navire*, par M. Guyou, capitaine de frégate), l'impossibilité théorique d'obtenir à bord l'exacte direction d'une ligne verticale ou horizontale, avec un horizon artificiel quelconque, à cause des forces d'inertie et centrifuge occasionnées par les tangages et roulis, je restreins l'usage du nouvel appareil au cas où les mouvements du navire sont assez faibles pour permettre de conserver constamment l'étoile visée dans le champ de l'instrument, tout en atteignant les limites extrêmes d'inclinaison entre lesquelles a lieu l'éclairage du fil; ce qui revient à dire que, par ce contre-balancement produit par l'observateur, l'instrument reste à peu près fixe dans l'espace. Or, ce cas se présente bien fréquemment aujourd'hui avec nos si grands navires modernes qui ont des mouvements très peu étendus avec une mer moyennement belle.

» D'ailleurs, le nouvel horizon artificiel serait affranchi de toute cause d'erreur semblable sur les fleuves et les rivières où naviguent aujourd'hui tant de nos canonnières; il en serait de même dans les voyages d'exploration par terre. »

M. **Mouchez**, en présentant cette Note, fait remarquer que, si le niveau électrique de M. de Kérillis peut en effet rendre quelque service utile dans certains cas spéciaux et même à la mer par temps calme, il ne pourra cependant pas donner le degré d'exactitude qu'il suppose, parce qu'une inclinaison d'*une minute* seulement des tubes serait certainement insuffisante pour commander la chute instantanée et concomitante des deux sphères quand l'instrument passe par la position horizontale; les résistances dues au frottement et à l'inertie s'y opposeraient. L'expérience pourra seule indiquer le minimum d'inclinaison à donner aux tubes et, par suite, le degré d'exactitude que comporte l'appareil. Il sera nécessaire aussi que l'incandescence du fil, qui serait, je crois, préférable à l'étincelle, fût instantanée, le moindre retard pouvant occasionner de grosses erreurs. L'expérience de cet appareil serait intéressante et mérite d'être faite.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les représentations géodésiques des surfaces.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Darboux.

« D'après un théorème de M. Dini, deux surfaces ne peuvent, sans avoir le même élément linéaire, se correspondre de telle sorte que les lignes

géodésiques de l'une soient représentées par celles de l'autre, à moins que la distance des points infiniment voisins sur la première soit donnée par la formule

$$(1) \qquad ds^2 = (U - V)(du^2 + dv^2),$$

et, sur la seconde, par celle-ci

$$(2) \qquad ds_1^2 = \left(\frac{1}{V} - \frac{1}{U}\right)\left(\frac{du^2}{U} + \frac{dv^2}{V}\right);$$

U, V sont des fonctions arbitraires de u, v respectivement, et l'on n'a point égard aux transformations par similitude, qui multiplient ds ou ds_1 par une constante, laissant par suite inaltérée l'équation des lignes géodésiques.

» Les surfaces (1) et (2) forment ainsi des classes associées, remplissant, lorsqu'elles sont distinctes, toutes les conditions indiquées; mais elles peuvent n'être pas distinctes, et les classes équivalentes à leurs associées constituent une exception étendue, facile à caractériser. Soient, en effet,

$$u = f(U), \qquad v = F(V), \qquad du_1 = \frac{du}{\sqrt{U}} = \frac{f'(U)\,dU}{\sqrt{U}}, \qquad dv_1 = \frac{F'(V)\,dV}{\sqrt{V}};$$

l'expression de ds_1^2, qui est

$$\left(\frac{1}{V} - \frac{1}{U}\right)(du_1^2 + dv_1^2),$$

devient, après permutation des variables,

$$\left(\frac{1}{U} - \frac{1}{V}\right)\left[\frac{f'^2(V)\,dV^2}{V} + \frac{F'^2(U)\,dU^2}{U}\right]$$

et se réduit à celle de ds^2, pourvu qu'on ait

$$\frac{F'(U)}{\sqrt{U}} + f'\left(\frac{1}{U}\right)\frac{1}{U^2} = 0,$$

c'est-à-dire que les fonctions

$$V^{\frac{3}{4}}F'(V), \quad -U^{\frac{3}{4}}f'(U)$$

se changent l'une dans l'autre par la substitution $\left(V, \frac{1}{U}\right)$. En posant $U^{\frac{1}{4}} = p$, $V^{\frac{1}{4}} = q$, il en résulte ceci : Les classes de surfaces associées à elles-

mêmes dans les transformations géodésiques sont définies par cette expression de l'élément linéaire

$$(3) \qquad ds^2 = (p^4 - q^4)\left[\varphi\left(\frac{1}{p}\right)dp^2 + \varphi(q)\,dq^2\right],$$

où la fonction φ est à volonté; la transformation géodésique correspondante équivaut à la substitution très simple

$$p = \frac{1}{q_1}, \qquad q = \frac{1}{p_1}.$$

» Comme exemple, on peut citer l'élément linéaire donné par l'équation

$$ds^2 = [(e^u + e^{-u}) - (e^v + e^{-v})](du^2 + dv^2);$$

il appartient à la classe, signalée par M. Darboux, pour laquelle la réduction à la forme (1) a lieu d'une infinité de manières. »

MÉCANIQUE. — *Sur la loi de déformation, par refroidissement, d'une masse fluide homogène en rotation.* Note de M. **A. Romieux**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que la forme d'équilibre d'une masse fluide homogène peu différente d'une sphère et animée d'un mouvement uniforme de rotation est un ellipsoïde de révolution aplati. Quand la masse se refroidit, l'aplatissement augmente. Nous allons montrer :

» 1° Que *deux formes successives infiniment voisines sont sensiblement parallèles,* si l'aplatissement est faible, et que leur défaut de parallélisme dépend du carré seulement de cette quantité;

» 2° Qu'un élément linéaire, infiniment petit, de longueur fixe, appartenant à un axe de méridien ou de parallèle, présente, par rapport à l'arc qui lui correspond orthogonalement sur la surface infiniment voisine, *un excès de longueur variable avec sa position sur l'ellipsoïde, maximum à l'équateur, minimum au pôle.*

» Dans la contraction centripète d'une sphère immobile, tout arc de grand ou de petit cercle, de même longueur, subit un tassement identique, quel que soit son emplacement : la descente verticale d'un point quelconque est compatible avec le maintien de l'homogénéité. Pour l'ellipsoïde au contraire, le tassement demandé à une même longueur infiniment petite

par la simple descente verticale étant plus grand à l'équateur qu'aux pôles, *la permanence de l'homogénéité ne peut être assurée que si la contraction comporte une composante tangentielle refoulant à chaque instant vers les pôles la matière qui devient surabondante dans la zone équatoriale* [1].

» La Terre n'est point homogène; mais il est permis de se demander si l'ellipticité ne jouerait pas un rôle de ce genre dans la déformation de sa surface, quand on voit les travaux récents de géologues, tels que MM. Suess et Marcel Bertrand, signaler la réalité et les spasmes d'un tel refoulement dans les zones successives de plissement de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

» Les deux propriétés ci-dessus énoncées peuvent s'établir ainsi :

» I. Par une transformation simple des formules de la Mécanique céleste relatives au cas de l'homogénéité, on trouve que l'ellipsoïde de révolution est défini par la condition

$$c\alpha + \tfrac{25}{14}c\alpha^2 + \ldots = \mathrm{K}. \tag{1}$$

α est l'aplatissement, c le rayon polaire; K est le rapport du carré du quart du moment de rotation au cube du cinquième de la masse : c'est donc une constante dans le refroidissement. On en déduit

$$\mathrm{C}\,d\alpha = -\alpha\,dc + \tfrac{25}{14}\alpha^2\,dc + \ldots. \tag{2}$$

» Soient deux formes infiniment voisines successives de la surface. Prenons-y, dans un même plan méridien et un même quadrant, deux points ayant la même latitude, c'est-à-dire ayant leurs verticales parallèles. On sait que, si l'on exprime la distance D de ces verticales au centre et le rayon de courbure méridien R en fonction de c, de α et de la latitude l, D et $\mathrm{R} - c$ sont de la forme

$$c\alpha f_1(l) + c\alpha^2 f_2(l) + \ldots;$$

leur différentiation *à latitude constante* donne, eu égard à (2),

$$d\mathrm{D} = \alpha^2\varphi(l)\,dc + \ldots, \tag{3}$$

$$d\mathrm{R} = dc + \alpha^2\psi(l)\,dc + \ldots; \tag{4}$$

d'où le parallélisme des surfaces, aux termes en α^2 près.

---

[1] Il n'y a pas à tenir compte, dans une première approximation, de la légère perturbation apportée à la descente verticale de chaque point par sa vitesse de rotation.

» II. Appelons, pour abréger, *surampleur méridienne* (δ_m) ou *paralléliale* (δ_p), d'un arc élémentaire de longueur donnée s, l'excès de longueur déjà défini. Soit ∂l l'angle des normales aux extrémités d'un axe *méridien* s. On a

$$R\,\partial l = s,$$

$$(5)\qquad \delta_m = \frac{d(R\,\partial l)}{dc}\,dc = R\frac{d(\partial l)}{dc}\,dc + \partial l\,\frac{dR}{dc}\,dc.$$

» La première partie de la somme (5) est au moins de l'ordre de α^2. En effet ce terme, dans lequel la différentielle seconde représente la variation de l'angle des normales lorsqu'on passe orthogonalement à la surface suivante, peut être remplacé par

$$R\,\frac{\partial(dl)}{\partial l}\,\partial l \quad \text{ou} \quad s\,\frac{\partial(dl)}{\partial l},$$

en appelant dl la variation correspondante de la latitude le long de la trajectoire orthogonale. Le pied de cette trajectoire sur la seconde surface tombe entre les deux droites parallèles dont l'écartement dD a été évalué en (3); on peut donc poser $R\,dl < d\mathrm{D}$. Comme R a pour valeur

$$(6)\qquad R = \frac{K}{\alpha}\left[1 + \tfrac{3}{14}\alpha - 3\alpha\cos^2 l + \alpha^2\chi(l) + \ldots\right],$$

dl et sa dérivée par rapport à l sont au moins de l'ordre de α^3.

» Dans la seconde partie de la somme (5), les termes en α^0, α^1, α^2 ne proviendront que de la division par R du premier terme dc de la formule (4); car dR se compose ici de deux expressions : 1° le dR de la formule (4) qui a été pris en laissant l constant, et qui, eu égard à (6), réalise le fait annoncé; 2° le produit différentiel calculé en traitant l comme fonction de c, et qui est au moins de l'ordre de α^3 à cause du facteur dl.

» Donc, *en négligeant seulement le cube de* α, on obtient, *sans que le défaut de parallélisme des surfaces intervienne*,

$$\text{Surampleur méridienne} \ldots\ldots \quad \delta_m = \delta + \frac{s\,dc}{K}\,3\alpha^2\cos^2 l,$$

la quantité

$$\delta = \frac{s\,dc}{K}\left(\alpha - \tfrac{3}{14}\alpha^2\right)$$

étant la valeur de la surampleur méridienne au pôle.

» Un raisonnement analogue montre que

$$\text{Surampleur paralléliale} \ldots\ldots \quad \delta_p = \delta + \frac{s\,dc}{K} \alpha^2 \cos^2 l.$$

» Ainsi les deux sortes de surampleurs sont minima aux pôles; à toute autre latitude le surcroît de surampleur est trois fois plus grand suivant le méridien que suivant le parallèle. »

ASTRONOMIE. — *Sur les étoiles filantes*. Note de M. **E. Minary**, présentée par M. A. Cornu.

« Est-il possible d'admettre que l'incandescence des étoiles filantes s'explique par la transformation du mouvement en chaleur? Si l'on considère que les gaz sont des corps parfaitement élastiques, et que, dans les hautes régions de l'atmosphère, ils sont à un état de raréfaction extrême, on ne peut concevoir la production de chaleur par le choc de corps venant de l'espace avec de très grandes vitesses et heurtant des molécules parfaitement élastiques, aptes à recevoir du mouvement et à acquérir la vitesse de ces corps, ce qui n'est qu'une communication et non une disparition de mouvement, puisque ce que le corps a perdu a été communiqué aux molécules d'air. Tout le mouvement persistant dans les deux corps, il n'a pu y avoir transformation de mouvement en chaleur.

» Si une transformation de ce genre avait lieu, la vitesse de ces corps sur leur trajectoire serait progressivement retardée; par contre, l'incandescence deviendrait de plus en plus grande. Or l'observation ne montre que des éclats lumineux et des vitesses de translation sensiblement uniformes, au moins pour tous les corps qui ne sont point combustibles. »

M. **Cornu**, à l'occasion de cette Note, fait les remarques suivantes :

« Bien que les considérations précédentes soient en contradiction avec l'opinion généralement reçue, la Note de M. Minary me paraît digne d'intérêt, comme appelant l'attention des observateurs sur la production possible de phénomènes autres qu'un développement pur et simple de chaleur. Dans cet ordre d'idées, l'illumination de la trajectoire des étoiles filantes dans les régions supérieures de l'atmosphère pourrait être attribuée à un développement ou à une décharge d'électricité statique, sans une élévation

considérable de température, comme l'impliquerait l'incandescence de particules détachées des météorites conformément aux expériences si intéressantes de notre Confrère M. Daubrée. Cette manière de voir serait d'ailleurs d'accord avec les observations spectrales faites sur les étoiles filantes et viendrait à l'appui de l'opinion des physiciens et des astronomes disposés à considérer un certain nombre de phénomènes cosmiques (aurores boréales, lumière zodiacale, comètes, protubérances solaires, etc.) comme des manifestations électriques analogues à celles qu'on excite si aisément dans les gaz raréfiés. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une loi générale relative aux effets des transformations réversibles*. Note de M. **Gouy**.

« On a remarqué que les effets produits par les actions mécaniques tendent souvent à s'opposer à ces actions (loi de Lenz, effets thermiques). Je me propose d'établir une loi générale, dont ces faits forment un cas particulier, et qui est applicable, non seulement aux actions mécaniques directes, mais à un grand nombre de transformations réversibles.

» Considérons un système matériel, à la température ambiante, en équilibre sous l'action de forces extérieures telles que leur travail s'annule dans un cycle fermé (pression constante, etc.). Supposons qu'un opérateur, en fournissant le travail positif τ_1, produise une transformation déterminée de ce système.

» En général, le système est alors dans des *conditions instables*, c'est-à-dire que certaines modifications peuvent encore s'y produire (sans que l'opérateur fournisse un travail positif ou négatif), soit spontanément, soit par une intervention ou mise en train appropriée, n'exigeant pas une dépense finie de travail. Ces modifications peuvent consister dans la disparition de certains états produits par la transformation (échauffement, électrisation, etc.), états que nous appellerons alors *effets instables* de la transformation. Elles peuvent encore consister dans la production d'autres états, qui jusque-là avait été arrêtée par un obstacle quelconque (solidification, condensation, dissolution, dilatation, etc.), états que nous appellerons alors *effets stables*. Remarquons qu'en général ces modifications, si l'on met à profit au moyen d'un cycle fermé auxiliaire les variations de température, de pression, de potentiel, etc., permettent de produire un certain travail positif τ.

» Les modifications une fois terminées, l'opérateur ramène le système à son état initial par une transformation de sens inverse à la première, mais dans des *conditions stables,* c'est-à-dire en laissant librement se dissiper à mesure les effets instables et se produire les effets stables auxquels elle donne lieu. Soit τ_2 le travail ainsi rendu à l'opérateur. Le cycle étant fermé, on a, en tenant compte de τ, d'après le principe de Carnot,

$$\tau_1 > \tau_2,$$

ce qui revient à dire que *les conditions instables s'opposent à l'action de l'opérateur, pour de petites transformations* ([1]).

» *Actions mécaniques directes.* — Cette inégalité montre immédiatement que *les effets instables produits par ces actions s'y opposent, et que leurs effets stables les favorisent.* Considérons, par exemple, une tourmaline dont on fait varier la longueur à température constante. L'électrisation ainsi produite est un effet instable, car elle peut se détruire en produisant un travail positif; elle s'oppose donc à la variation de longueur, c'est-à-dire qu'elle tend à produire une variation inverse. Il en est de même pour les effets thermiques des actions mécaniques. Au contraire, les changements d'état physique (condensation, solidification, dissolution, etc.) et les combinaisons chimiques réversibles, effets stables, donnent lieu à des variations de volume qui favorisent les actions mécaniques qui les produisent.

» *Variations de charge électrique.* — L'opérateur peut les effectuer d'une manière réversible, en transportant de l'électricité sur le système. Il résulte de ce qui précède que *leurs effets instables diminuent la capacité électrique et que leurs effets stables l'augmentent,* ce qui rentre dans la règle générale.

» *Variations de température.* — On peut les produire d'une manière réversible par une dépense de travail, au moyen des cycles de Carnot auxiliaires; l'action de l'opérateur consiste ici à porter sur le système une quantité déterminée de chaleur ([2]). En considérant le cycle précédent, on établit par le calcul que ce transport produit, dans des conditions instables, une plus grande variation de température que dans des conditions

---

([1]) Cette restriction est nécessaire, car la manière d'agir des conditions instables pourrait ensuite changer de signe sans que l'inégalité cessât d'être exacte.

([2]) Les modifications qui font passer le système des conditions instables aux conditions stables s'effectuent ici d'une manière adiabatique pour l'ensemble du système, où la température est supposée uniforme pendant que l'opérateur agit.

stables, ce qui rentre dans la règle générale. Ainsi *la capacité calorifique du système est plus petite dans des conditions instables que dans des conditions stables,* quel que soit le sens de la variation de température. En d'autres termes, les effets instables que produit une élévation de température dégagent de la chaleur, et les effets stables en absorbent; c'est l'inverse pour un abaissement de température.

» Ainsi, par exemple, la chaleur spécifique d'un corps est plus petite à volume constant qu'à pression constante ; celle d'un fil est plus petite à longueur constante qu'à traction constante, pourvu que le coefficient de dilatation ne soit pas nul, auquel cas on ne pourrait plus produire le travail τ. Une tourmaline qu'on laisse s'électriser a une chaleur spécifique moindre que si on la maintient à l'état neutre.

» Comme exemple d'effet stable, soient une solution saturée et un excès de sel : produisons une variation de température telle que la solubilité augmente, mais en tenant le sel séparé de la solution. Enlevons l'obstacle, un certain poids de sel se dissoudra; c'est un effet stable, et l'on peut utiliser la variation de volume pour produire le travail τ. On voit donc que la dissolution du sel dans une solution presque saturée absorbe ou dégage de la chaleur, suivant que la solubilité augmente ou diminue avec la température. Plus généralement, les changements d'état physique ou les combinaisons chimiques réversibles, effets stables, absorbent de la chaleur s'ils se produisent par une élévation de température, et inversement.

» Considérons encore une pile réversible dont la force électromotrice varie avec la température; supposons-la reliée à un condensateur de capacité constante, et produisons une variation de température de sens quelconque. Le condensateur prendra une charge différente de sa charge initiale : c'est un effet stable. Il en résulte qu'un faible courant de sens ordinaire, produit par une pile, absorbe ou dégage de la chaleur, suivant que la force électromotrice augmente ou diminue avec la température.

» Ces exemples seront complétés dans un travail plus étendu, où j'examinerai les relations de la loi dont il s'agit avec les fonctions introduites en Thermodynamique ([1]); ils montrent que cette loi, qui n'est autre chose

---

([1]) Des idées plus ou moins analogues ont déjà été émises, pour des classes particulières de phénomènes, par MM. Helmholtz, Lippmann, Van t' Hoff, Le Châtelier et d'autres auteurs, et presque tous les résultats particuliers donnés plus haut comme exemples ont déjà été obtenus par des méthodes diverses. L'espace me manque ici pour rappeler plus en détail ces travaux antérieurs.

qu'une forme appropriée du principe de Carnot, permet, en général, de prévoir sans calcul l'existence et le sens des effets produits dans les transformations réversibles. »

ÉLASTICITÉ. — *Études expérimentales sur l'élasticité dynamique et statique des fils métalliques.* Note de M. **E. Mercadier**, présentée par M. A. Cornu.

« Comme complément à diverses recherches d'Acoustique et de Thermodynamique, j'ai dû déterminer la vitesse du son dans les fils métalliques, d'abord en enregistrant directement leurs vibrations longitudinales, puis en la déduisant de mesures d'allongements élastiques [1].

» J'ai opéré sur des fils de cuivre, d'acier, de platine, d'aluminium, d'argent et d'or, de diamètres variant de $0^{mm},5$ à 1^{mm}, et passés à la filière avant les expériences.

» I. *Mesure du nombre de vibrations longitudinales.* — Le fil en expérience est d'abord pesé, après qu'on en a mesuré la longueur.

» Il est ensuite pincé dans une mâchoire en acier fixée à un mur épais, et par l'intermédiaire de lames de plomb pour éviter l'écrasement : à la partie inférieure, il passe librement dans une seconde mâchoire semblable à la première ; son extrémité est fixée à une pince portant un plateau qu'on peut charger de poids.

» Le fil est d'abord tendu sous l'action de poids pendant vingt-quatre heures au moins, et l'on détermine la charge maxima qu'on peut lui faire supporter sans qu'il en résulte un allongement permanent dépassant 2 ou 3 centièmes de millimètre. On reste au-dessous de cette charge pendant toutes les expériences. Le fil étant ainsi tendu, on le serre dans la mâchoire inférieure comme dans la mâchoire supérieure.

» On fixe au milieu de la longueur du fil un style en fil de laiton très mince, de façon que son extrémité soit très voisine de celle du style d'un diapason de cinq cent douze vibrations simples, qu'on met en vibration.

---

[1] Ces expériences, déjà anciennes, ont été faites sur le conseil et avec l'aide de M. Cornu, dans son laboratoire de l'École Polytechnique. Elles devaient avoir une suite dont l'exécution a dû être différée. Si je publie aujourd'hui la première Partie, c'est qu'elle forme un ensemble par elle-même, et qu'elle semble mériter l'attention des physiciens, sinon par les déterminations qu'elle renferme, du moins par la méthode d'enregistrement des vibrations très rapides.

En même temps on fait vibrer le fil en le frottant longitudinalement avec un tampon en peau recouvert de colophane. En faisant glisser rapidement sous les deux styles une lame de glace recouverte de noir de fumée, les vibrations du diapason et du fil vibrant dans toute sa longueur (son fondamental) s'y inscrivent.

» Ces dernières étant très nombreuses (de 1600 à 4000 par seconde) et très fines, on les compte en plaçant la lame sur le banc d'une machine à diviser et en se servant du microscope et du tracelet de la machine. On conserve ensuite les graphiques en les recouvrant d'une couche de collodion contenant environ 2 pour 100 d'huile de ricin, enlevant la pellicule ainsi formée dans un bain d'eau acidulée par quelques gouttes d'acide chlorhydrique et l'appliquant ensuite sur du papier gommé.

» Le produit du nombre de vibrations simples du fil par sa longueur vibrante donne la vitesse V' du son dans le fil, inscrite dans le tableau ci-après.

» Il a été fait ainsi quatre-vingts graphiques et autant de mesures pour les six fils en expérience.

» II. *Mesure de l'allongement élastique.* — Les vibrations enregistrées, la mâchoire inférieure est desserrée et le fil est librement tendu par des poids croissants.

» On a mesuré d'abord avec un long cathétomètre sous la charge minima la distance entre deux repères placés sur le fil; l'un A en haut tout près du point d'attache, qui reste constamment visé par un petit cathétomètre fixé au mur; l'autre C, à $1^{m},30$ environ du premier, dont le déplacement sous l'action de charges variables est mesuré en manœuvrant la lunette du cathétomètre seulement à l'aide de la vis de rappel, dont la tête forme un tambour divisé en 100 parties dont on peut évaluer le dixième: le pas de la vis étant égal à $0^{mm},5$, on estime le deux-millième de millimètre.

» La variation totale de longueur n'a jamais dépassé 1^{mm}, et les observations étaient faites avec une lunette formant microscope de 26^{cm} de foyer.

» Chaque observation comprenait : 1° la détermination a du repère C sous la charge minima; 2° la détermination b sous une portion p de la charge totale P; 3° une nouvelle détermination a' avec la charge minima; on prenait pour l'allongement dû à la charge p : $b - \frac{a+a'}{2}$. On éliminait ainsi, autant que possible, par ces observations croisées, les effets de variations

de température et ceux qui pouvaient provenir de l'imperfection de l'élasticité; ces effets n'ont d'ailleurs atteint, en totalité, qu'une seule fois 2 pour 100 de l'allongement total.

» En prenant la moyenne composée des allongements obtenus avec des portions successives de la charge totale, on a calculé l'allongement élastique par kilogramme. Connaissant la longueur du fil, on en a déduit l'allongement par kilogramme et par mètre : on en a conclu, d'après le poids déterminé d'avance de 1^m du fil, l'allongement par mètre sous l'action du poids du fil; soit ε cette quantité. La vitesse du son en mètres dans le fil, V, est donnée par la formule

$$V = \sqrt{\frac{g \times 1000}{\varepsilon}}.$$

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus : on y a joint les densités mesurées par la méthode de la balance, et le coefficient d'élasticité *statique* déduit des mesures d'allongements. Chacun des nombres de ce Tableau est la moyenne de trois à cinq séries d'expériences concordantes.

	Poids de 1^m du fil.	Densité.	Allongement moyen pour 1^m et 1^{kg}.	Vitesse du son. V'.	V.	$\frac{V'-V}{\frac{V+V'}{2}}$.	Coefficient d'élasticité.
	gr		mm	m	m		
Cuivre........	7,8725	8,8912	0,09178	3736	3684	0,014	12306
Acier anglais...	1,987	7,708	0,21401	4936	4799	0,028	18115
Platine........	9,393	21,245	0,15165	2643	2617	0,01	14915
Aluminium.....	1,4875	2,7286	0,26035	5140	5033	0,02	7046
Argent.........	7,0917	10,500	0,18533	2797	2731	0,024	7989
Or............	3,71466	19,484	0,628614	2073	2049	0,01	8344

ÉLECTRICITÉ. — *Étude des phénomènes d'induction, par le moyen de la photographie*. Note de M. **E.-L. Trouvelot**. (Extrait.)

« Si l'on provoque la décharge d'une bobine de Ruhmkorff, ou de toute autre machine productrice d'électricité à haute tension, dans le voisinage de plaques sèches convenablement disposées, des décharges induites minuscules viennent impressionner la couche sensible, et le développement révèle des images dont l'étude me paraît présenter un véritable intérêt [1].

[1] Les photographies que je dépose aujourd'hui sur le bureau de l'Académie ont été obtenues par des procédés analogues à ceux dont il vient d'être question.

» Les images induites diffèrent de caractère, selon qu'elles sont positives ou négatives; du reste, ces caractères ne diffèrent pas de ceux que j'ai constatés dans les photographies d'étincelles présentées l'an dernier à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 784). Comme les images positives ont besoin de nouvelles expériences pour être étudiées, je me bornerai ici à parler principalement des images induites négatives.

» Les petites images électriques que l'on remarque sur nos photographies sont produites chacune par une double décharge induite, et par conséquent par un minuscule courant, pour ainsi dire intermoléculaire. Elles ne sont pas distribuées également sur la plaque, mais groupées par systèmes dont la forme générale est celle d'un éventail, ou d'une feuille de palmier (semblable à celle de la fleur négative que j'ai obtenue par la photographie directe de l'étincelle).

» Les images induites s'alignent, avec une grande régularité, les unes à la suite des autres, et forment des ondes parallèles et concentriques, dont le centre est placé au point où les fleurs négatives prennent naissance.

» Les ondes induites sont transversales et perpendiculaires à l'axe de chacun des pétales. Contrairement aux ondes développées dans les liquides, on ne voit pas jusqu'ici que les courbes concentriques développées par plusieurs centres d'ondes très rapprochés empiètent et se continuent sur les systèmes voisins : au contraire, elles s'arrêtent au point de rencontre, et c'est généralement le système le plus proche du centre de décharge qui acquiert son entier développement, tandis que ceux qui en sont plus éloignés viennent greffer leurs ondes plus ou moins développées sur la bordure extérieure des premiers....

» Si l'on place face à face la couche sensible de deux plaques photographiques, on obtient des images induites opposées qui ont, les unes, le caractère négatif; les autres, le caractère positif. L'image positive induite, obtenue par une décharge négative directe, consiste en une petite tache ronde, d'aspect nébuleux, du centre de laquelle s'échappe une petite branche de ramille positive qui marche de la circonférence au centre. L'image négative induite, obtenue par une décharge négative directe, consiste en une minuscule fleur négative supportée sur sa tige, et dont la marche se fait du centre vers la circonférence.... »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du chlorate de soude cristallisé.* Note de M. **Ch.-Eug. Guye**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans un travail que je poursuis depuis quelques mois au laboratoire de Physique de l'Université de Genève, je me suis proposé de reprendre la mesure du pouvoir rotatoire du chlorate de soude cristallisé et, en particulier, d'étendre les déterminations à la partie ultra-violette du spectre.

» Une étude préliminaire m'ayant montré que, en raison des dimensions assez faibles des cristaux et des défauts de transparence qu'entraîne l'altérabilité de leurs surfaces, les procédés habituellement employés ne donnent pas de résultats très satisfaisants, M. Charles Soret m'a engagé à essayer la méthode suivante, qui est, en effet, plus avantageuse.

» La disposition générale est celle de M. Broch. Un rayon de lumière solaire ou électrique traverse successivement un polariseur et un analyseur (prismes de Foucault) et tombe sur la fente d'un spectroscope. L'analyseur est fixe, le polariseur est monté au centre d'un cercle divisé que l'observateur, placé à la lunette du spectroscope, peut faire tourner à l'aide d'une tige et d'un pignon, sans quitter sa place. Pour les rayons ultra-violets, le spectroscope est muni de lentilles de quartz, d'un prisme de spath d'Islande et d'un oculaire fluorescent à lame d'esculine de M. J.-L. Soret.

» Immédiatement, devant l'analyseur et aussi près que possible de la fente du spectroscope, nous plaçons, comme l'a déjà fait M. Lüdtge, un biquartz dont la ligne de jonction est perpendiculaire à la fente. Seulement, notre biquartz, au lieu d'être simple, est formé de deux biquartz prismatiques pouvant glisser l'un devant l'autre, ce qui permet de faire varier à volonté son épaisseur. Le spectre est alors divisé longitudinalement en deux parties, formant comme deux spectres parallèles, coupés l'un et l'autre par des bandes noires transversales. Si l'on fait tourner le polariseur, ces bandes se déplacent en sens inverse dans les deux spectres, et l'on peut toujours amener ainsi une bande de la partie supérieure à se trouver dans le prolongement d'une bande de la partie inférieure. On peut aussi, en modifiant l'épaisseur du biquartz, faire en sorte que les deux bandes en coïncidence occupent telle position que l'on voudra dans le spectre.

» Si donc, entre le polariseur et l'analyseur, on interpose un cristal

actif, sa rotation s'ajoute à la rotation de l'une des parties du biquartz et se retranche de la rotation de l'autre. Les deux bandes d'extinction ne sont plus dans le prolongement l'une de l'autre, et la rotation due au cristal est mesurée par l'angle dont il faut faire tourner le polariseur pour rétablir la coïncidence. La précision du pointé est ainsi notablement augmentée; mais, comme il faut commencer par amener les bandes, mises d'abord en coïncidence, sur une raie déterminée du spectre et que pour cette opération on se trouve exactement dans les conditions ordinaires de la méthode de M. Broch, l'incertitude se trouve reportée sur la valeur de la longueur d'onde qui correspond à la rotation observée. Pour tourner cette difficulté, on répète la mesure sur une lame de quartz d'épaisseur connue, que l'on substitue au cristal sans rien changer au biquartz; on opère ainsi avec la même radiation. De la rotation observée on déduit facilement la longueur d'onde de la radiation correspondante, en se basant sur les déterminations du pouvoir rotatoire du quartz, publiées il y a quelques années par MM. J.-L. Soret et Sarasin.

» L'épaisseur du quartz employé a été déterminée :

» 1° En la mesurant directement sur une machine à diviser, $3^{mm},7774$;

» 2° En la déduisant de la rotation qu'il imprime au plan de polarisation d'une lumière homogène connue, observée à l'aide d'un prisme à pénombre de M. Cornu, on a trouvé :

Par la lumière du sodium...........	$3^{mm},7754$
Par la lumière du thallium..........	$3^{mm},7763$

» Le Tableau suivant résume les principaux résultats de mes recherches :

Région du spectre.	Longueurs d'onde en millionièmes de millimètre.	Température en degrés centigrades.	Angles de rotation par millimètre d'épaisseur. Chlorate de soude n° 1 (21^{mm} d'épaisseur lévogyre).	n° 2 (16^{mm},5 d'épaisseur lévogyre).
Environs de *a*.....	717,69	15°	2°,068	»
	708,87	12,2	»	2°,118
» B....	678,89	17,4	2,318	»
» C....	662,77	11,7	»	2,436
	650,73	20,6	2,559	»
» D.....	590,85	18,3	3,104	»
	589,41	13,5	»	3,122

Région du spectre.	Longueurs d'onde en millionièmes de millimètre.	Température en degrés centigrades.	Angles de rotation par millimètre d'épaisseur. — Chlorate de soude — n° 1 (21mm d'épaisseur lévogyre).	n° 2 (16mm,5 d'épaisseur lévogyre).
Environs de E....	532,33	16°	3°,841	»
	530,96	13,5	»	3,881
» F...	489,12	11,9	4,587	4,590
» G....	455,32	10,1	»	5,331
	428,34	14,5	6,055	»
» H....	407,14	13,3	6,756	6,751
» L.....	384,12	14	7,654	7,654
	383,14	13,4	7,706	»
» M....	343,52	10,7	8,088	8,111
	342,70	13,8	8,121	»
» N....	356,44	12,9	8,844	8,878
» P....	339,31	12,1	9,799	9,804
	333,68	10,7	10,093	10,064
» Q....	323,41	11,9	»	10,787
» R....	306,45	13,1	11,921	»
» T....	299,18	12,8	12,396	12,451
» Cd 17.	282,70	12,2	13,426	»
	277,70	12	»	13,901
» Cd 18.	250,38	11,6	»	14,965

» Ces valeurs concordent sensiblement avec celles que M. Schuke a obtenues pour la partie visible du spectre; il serait facile de les réduire à une température uniforme, en faisant usage du coefficient donné par cet auteur. Je me réserve d'examiner si ce coefficient est également applicable aux radiations ultra-violettes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactifs de la fonction mercaptan.* Note de M. G. **Denigès**, présentée par M. Berthelot.

« L'isatine, employée déjà en solution sulfurique comme réactif du thiophène, est encore un excellent réactif de la fonction mercaptan.

» Si l'on mélange, en effet, quelques centimètres cubes d'acide sulfurique pur avec une petite quantité de solution à 1 pour 100 d'isatine dans l'acide sulfurique, et qu'on ajoute des traces de mercaptan libre, ou mieux dissous dans un peu d'alcool, on obtient une belle coloration verte, ne se

produisant ni avec le sulfure d'éthyle, ni avec le gaz sulfureux, ni avec l'hydrogène sulfuré.

» Si l'on veut augmenter la sensibilité de la réaction, on trempe l'extrémité terminée en boule d'un agitateur de verre dans la solution sulfurique d'isatine et on la promène dans l'atmosphère du vase où se trouve le mercaptan; la coloration verte se produit très vite, même avec des quantités extrêmement faibles du composé sulfuré.

» On peut, lorsque l'action des vapeurs chargées de mercaptan sur le réactif a suffisamment duré, plonger l'extrémité arrondie et colorée de l'agitateur dans un peu d'acide sulfurique concentré, qui prend la matière colorante, et répéter la même opération un certain nombre de fois, de façon à donner à l'acide une teinte assez intense. Cette réaction permet de constater la présence du mercaptan, mélangé à d'autres produits volatils et sans avoir besoin de le recueillir à part.

» Nous avons constaté que la coloration verte de l'isatine se produisait avec les mercaptans méthylique, éthylique, propylique, butylique primaire, isobutylique et amylique; les sulfures correspondants sont sans action sur la solution sulfurique du réactif.

» Les aldéhydes et les alcools supérieurs détruisent ou masquent la coloration due aux mercaptans.

» Dans ce cas, on peut employer le nitroprussiate de soude pour la recherche de ces derniers corps. Il suffit, pour cela, de traiter le produit en solution ou suspension aqueuse par quelques gouttes d'une lessive de soude ou de potasse, d'agiter quelques instants, d'étendre d'eau et d'ajouter le nitroprussiate de soude. On obtient une coloration rouge violet, qui n'est pas due, ainsi qu'on pourrait le croire, à la production de sulfures alcalins, car on n'obtient pas de précipité de sulfure de plomb lorsqu'on ajoute du mercaptan dilué à une solution alcaline d'oxyde de plomb; mais à la formation du dérivé sodé ou potassé du mercaptan employé.

» Si la liqueur essayée contient en même temps soit de l'hydrogène sulfuré, soit des sulfures, il convient de remplacer, dans la réaction, la lessive de soude ou de potasse par une solution alcaline d'oxyde de plomb, puis on ajoute le nitroprussiate. Le précipité noir de sulfure de plomb formé dans cette circonstance n'empêche pas la coloration rouge de se produire, si la liqueur renferme un mercaptan quelconque.

» Les sulfures alcooliques et le gaz sulfureux sont sans action sur le nitroprussiate de soude en présence des alcalis. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Preparation et propriétés du fluorure de propyle et du fluorure d'isopropyle* (1). Note de M. **M. Meslans**, présentée par M. Berthelot.

« La réaction d'un iodure alcoolique sur le fluorure d'argent, que M. Moissan a indiquée pour la préparation du fluorure d'éthyle (2), et que nous avons employée pour obtenir les fluorures de méthyle et d'isobutyle, est générale, tout au moins dans la série grasse. Elle semble même s'effectuer plus aisément avec les iodures secondaires qu'avec les iodures primaires.

» *Fluorure de propyle.* — Le fluorure de propyle se prépare en faisant tomber, par petites portions, de l'iodure de propyle sur du fluorure d'argent parfaitement sec. Ce dernier composé est placé dans un tube à essais en cuivre, relié à un serpentin de plomb refroidi par un courant d'eau à + 5°. Les vapeurs d'iodure de propyle, qui auraient traversé ce serpentin sans s'y condenser, sont arrêtées par deux tubes en U, maintenus à 95° et remplis de fragments de fluorure d'argent.

» L'opération se fait à froid et est accompagnée d'une sensible élévation de température. Mais bientôt l'iodure d'argent, ou plutôt le fluoiodure d'argent d'abord formé protège le reste du fluorure d'une attaque ultérieure; et la réaction s'arrêterait si l'on n'avait soin de frapper fréquemment sur le tube de cuivre pour renouveler les surfaces. La préparation se conduit plus régulièrement si l'on a soin de maintenir le tube de cuivre dans un bain à 50°. Il se dégage un gaz qui, recueilli sur le mercure dans des flacons secs, n'attaque pas le verre. Le fluorure d'argent doit être exempt d'oxyde; car, sous l'action de l'iodure de propyle, ce corps fournit de l'oxyde de propyle dont il est très difficile de se débarrasser.

» Le fluorure de propyle est un gaz d'une odeur éthérée, moins agréable que celle des fluorures de méthyle ou d'éthyle. Sa saveur est d'abord sucrée, puis brûlante. Il brûle avec une flamme éclairante, en produisant de

---

(1) Ce travail a été fait à l'École de Pharmacie de Paris, au laboratoire de M. H. Moissan.

(2) *Sur le fluorure d'éthyle,* par M. H. Moissan (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 260 et p. 992).

l'acide fluorhydrique. Il se liquéfie vers $+2^o$ sous la pression atmosphérique; c'est alors un liquide incolore, très mobile, et qui n'attaque pas le verre.

» La densité du fluorure de propyle, prise à la température de 20° au moyen de l'appareil de Chancel, est 2,161. Sa densité théorique demanderait 2,175. Très soluble dans les alcools, la benzine, l'éther, les iodures alcooliques, il se dissout à 16° dans son volume d'eau.

» A l'analyse, ce gaz a fourni les chiffres suivants :

	I.	II.	Calculé.
Carbone.................	57,32	57,51	58,06
Hydrogène..............	10,96	11,01	11,29

» *Fluorure d'isopropyle.* — Le fluorure d'isopropyle s'obtient de même, par l'action de l'iodure d'isopropyle sur le fluorure d'argent sec.

» L'action est plus énergique, surtout au début, qu'avec l'iodure de propyle. Le réfrigérant de plomb est maintenu dans la glace; le tube de cuivre est chauffé à 50° et les deux tubes à fluorure d'argent à 95°.

» Le fluorure d'isopropyle, qu'on recueille sur le mercure sec, est un gaz d'odeur plus piquante que le fluorure de propyle; sa saveur est analogue. Il brûle avec une flamme éclairante, en produisant de l'acide fluorhydrique. Sa densité prise à 15° est de 2,171; sa densité théorique serait 2,175.

» Il est très soluble dans la benzine, dans l'éther, dans les iodures alcooliques. Un volume d'eau en dissout, à 15°, $1^{vol},5$. L'iodure d'isopropyle en dissout environ 70^{vol}; l'alcool éthylique, 27^{vol} à 30^{vol} à 16°.

» Comprimé, il se liquéfie à 18° sous une pression un peu supérieure à 3^{atm}; à 10°, il devient liquide à $2^{atm},5$. Refroidi au moyen d'un mélange d'éther et de chlorure de méthyle, il se liquéfie vers -5°.

» Le fluorure d'isopropyle est très stable. Je l'ai chauffé en tube scellé, à 100°, avec une solution étendue de potasse. Après trente heures, le tube a été ouvert sur le mercure et le gaz n'avait pas sensiblement diminué de volume. Il brûlait toujours, en fournissant de l'acide fluorhydrique.

» L'iode n'agit que difficilement sur le fluorure d'isopropyle, même à 100°. Au contraire, le brome et surtout le chlore s'y combinent avec facilité. Quelques gouttes de brome qu'on fait tomber dans un matras rempli de fluorure d'isopropyle disparaissent avec formation d'un liquide incolore.

» On obtient ce dernier en plus grande quantité, en faisant passer un

courant de gaz fluoré dans du brome maintenu à 30°. La coloration rouge disparaît et le brome est remplacé par un liquide incolore, d'odeur agréable et piquante, et qui bout sans décomposition vers 143°.

» Le chlore agit mieux encore que le brome. Si l'on fait arriver lentement, dans un tube refroidi à 10°, du chlore sec et du fluorure d'isopropyle, on voit se former des gouttelettes qui se rassemblent au fond du tube en un liquide qui dissout facilement un des deux gaz en excès. Ce liquide est incolore, si l'on a soin d'employer un excès d'éther fluoré, que la chaleur de la main suffit à chasser ensuite. Il bout vers 105° sans décomposition, possède une odeur agréable et brûle avec une flamme bordée de vert, en fournissant de l'acide fluorhydrique.

» L'analyse a donné pour le gaz fluorure d'isopropyle les nombres suivants :

	I.	II.	Calculé.
Carbone.................	58,23	58,17	58,06
Hydrogène...............	11,80	11,92	11,29

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la sorbite et sur sa présence dans divers fruits de la famille des Rosacées.* Note de MM. **C. Vincent** et **Delachanal**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons précédemment indiqué (*Comptes rendus*, t. CVIII, 21 janvier 1889) comment on peut extraire rapidement, à l'état de pureté, la sorbite contenue dans le jus des baies du Sorbier, et même évaluer sa proportion dans ce liquide. Nous avons, depuis, constaté la présence de la sorbite dans un certain nombre de fruits de la famille des Rosacées. Nous l'avons extraite des poires, des pommes, des nèfles, des fruits du buisson ardent, enfin du cidre de Bretagne.

» Pour ces recherches, nous avons précipité la sorbite à l'état d'acétal benzoïque, en opérant sur les liquides concentrés, après fermentation avec la levure de bière et traitement ultérieur par le sous-acétate de plomb.

» La sorbite extraite de ces divers produits a été caractérisée :

» 1° Par son inaction sur la liqueur de Fehling bouillante;

» 2° Par son point de fusion;

» 3° Par le point de fusion de son acétal benzoïque;

» 4° Elle n'a pas donné de composé cristallisé avec l'aldéhyde éthylique en présence de l'acide sulfurique, ce qui l'a distinguée nettement de la

mannite, qui produit, dans ces conditions, l'acétal diéthylique en longues aiguilles obtenu par M. Meunier (Communication verbale).

» Nous faisons connaître les premiers résultats des recherches que nous avons entreprises sur la sorbite, obtenue par deux traitements successifs à l'aldéhyde benzoïque et cristallisée dans l'eau.

» *Polarisation*. — Nous avons constaté, contrairement à ce qui a été indiqué, que la sorbite est active sur la lumière polarisée.

» Nous avons opéré avec le polarimètre à pénombre de Laurent, en employant un tube de $0^m,50$ de longueur. Nous avons trouvé que le pouvoir rotatoire spécifique de la sorbite cristallisée est de $-1°,73$ pour la raie D, à la température de 15°. La sorbite est donc lévogyre comme la mannite, mais elle est près de douze fois plus active qu'elle.

» La déviation est changée de sens et beaucoup augmentée par le borate de soude alcalin. Une dissolution renfermant, pour 100^{cc}, 40^{gr} de borax cristallisé, 30^{gr} de lessive de soude caustique à 36° et 10^{gr} de sorbite cristallisée, a produit à 15° une déviation de $+6° 10'$, qui conduit à un pouvoir rotatoire spécifique égal à $+12°,33$.

» La sorbite a donc, comme la mannite, des carbones asymétriques.

» *Oxydation*. — Si l'on traite à froid la sorbite en dissolution très étendue par le permanganate de potasse en quantité limitée, elle donne un mélange d'acide et d'un sucre réducteur.

» Ce produit donne une coloration jaune intense par l'action d'une dissolution chaude de potasse ; il réduit énergiquement, même à froid, le nitrate d'argent ammoniacal et décolore la liqueur de Fehling.

» *Action de l'acide azotique*. — Si l'on dissout à froid 1 partie de sorbite cristallisée dans 2 parties d'acide azotique fumant, et si l'on verse la solution peu à peu dans un mélange refroidi de 4 parties d'acide azotique et de 10 parties d'acide sulfurique, aucune vapeur rouge ne se dégage, et il se sépare une huile épaisse, qui monte à la surface.

» La réaction étant finie, on verse rapidement tout le mélange dans un grand volume d'eau ; l'huile se précipite, on la sépare et on la dissout dans l'éther. La solution éthérée est agitée avec une liqueur de carbonate de potasse, puis avec du carbonate de potasse sec ; enfin l'éther est chassé par évaporation lente.

» L'huile ainsi obtenue est une *nitro-sorbite ;* elle doit être abandonnée pendant longtemps dans le vide, pour perdre toute trace d'eau et d'éther.

» Cette matière fuse au contact d'un corps en ignition et elle détone

avec violence sous le choc du marteau. Nous en donnerons prochainement la composition. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches expérimentales sur le degré d'affinité de divers tissus pour le soufre.* Note de M. **J. DE REY-PAILHADE**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que certains tissus, broyés avec du soufre, dégagent de l'hydrogène sulfuré. La matière chimique qui produit cette réaction est très instable : elle a été appelée *philothion* ([1]). Spallanzani et Paul Bert ont prouvé que des poids égaux de divers tissus d'un même animal consomment des quantités inégales d'oxygène. De mon côté, j'ai fait une série de recherches sur les quantités relatives d'hydrogène sulfuré produites par les tissus vivants traités par le soufre, qui m'ont démontré l'existence d'une loi analogue pour le soufre.

» Les expériences ont été exécutées avec des tissus d'animaux tués par hémorragie.

» L'hydrogène sulfuré produit par un poids déterminé de tissu finement haché, mélangé avec son poids de soufre délayé dans un peu d'alcool à 45°C., est dosé par la teinture d'iode à l'aide d'un dispositif spécial. La durée de l'essai a été invariablement de quarante minutes et la température de 12°-14°.

» Voici le Tableau qui résume les résultats obtenus :

	H^2S produit.		O consommé ([2]).
	Lapin.	Chien.	Chien.
	cc	cc	cc
100gr de muscle	1,22	1,39	53,00
100 de rein	0,94	1,15	21,80
100 de rate	0,62	1,68	13,90
100 d'os avec moelle.....	0,03	0,02	10,60
100 de tissu adipeux.....	0,01	0,01	»

» Ce Tableau met en évidence :

» 1° Que des poids égaux de divers tissus d'un même animal transforment en hydrogène sulfuré des quantités inégales de soufre;

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1681, et t. CVII, p. 43.

([2]) Exemple donné par Paul Bert dans ses *Leçons sur la Physiologie comparée de la respiration*, p. 46.

» 2° Que la hiérarchie descendante des tissus, établie par leur affinité pour le soufre, est la même que la hiérarchie descendante établie par leur affinité pour l'oxygène.

» Cette seconde loi amène à penser que la matière vivante (philothion vivant) qui se combine au soufre avec dégagement de H^2S doit s'unir à l'oxygène avec formation de H^2O.

» Remarquons, d'ailleurs, que cette propriété du philothion vivant, de donner H^2S avec le soufre, ne serait qu'une action accessoire, tandis que sa véritable mission serait de produire H^2O avec l'oxygène. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'apparition rapide de l'oxyhémoglobine dans la bile et sur quelques caractères spectroscopiques normaux de ce liquide.* Note de MM. **E. Wertheimer** et **E. Meyer**, présentée par M. Brown-Séquard.

« 1. En donnant à des chiens de l'aniline ou de la toluidine, substances qui détruisent les hématies, nous avons constaté, au bout de quelques heures, la présence de l'oxyhémoglobine dans la bile de la vésicule, à un moment où ni l'urine ni le liquide céphalo-rachidien n'en renfermaient. Nous avons signalé ce fait comme une preuve intéressante de l'affinité élective des cellules hépatiques pour la matière colorante du sang ([1]).

» Nous cherchions à reproduire le même phénomène par d'autres procédés, quand, le matin du 18 janvier, on trouva morts, au chenil, sans doute de froid, deux chiens, un cobaye, un lapin. La bile des trois premiers montra les bandes de l'oxyhémoglobine; celle du lapin, les bandes de la méthémoglobine, aussi nettement qu'aurait pu les donner du sang dilué. Il était donc indiqué de soumettre d'autres animaux à la réfrigération, et, onze fois sur douze, les raies de l'oxyhémoglobine apparurent dans la bile. La congestion du foie, la diminution de l'activité des cellules hépatiques, telles sont sans doute les causes qui concourent ici à faire passer dans le produit de sécrétion la matière colorante du sang, non encore transformée.

» 2. Cependant, dans un certain nombre de cas, on a observé un spectre tout particulier. A côté des deux bandes de la région DE, on en a trouvé une troisième dans le rouge orangé, assez étroite, mais à bords bien arrêtés, et située au milieu de l'espace C15D et C65D, assigné par Vierordt

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* décembre 1888.

à la méthémoglobine. En d'autres termes, on a sous les yeux le spectre d'un liquide renfermant une certaine quantité de cette dernière substance, abstraction faite des autres propriétés optiques de la bile. Toutefois, si l'on traite alors celle-ci par le sulfure ammonique, on obtient, il est vrai, les bandes de l'hémoglobine réduite; mais la bande dans le rouge persiste.

» 3. Ce dernier spectre mérite d'autant plus d'attirer l'attention, qu'il existe quelquefois dans la bile normale des jeunes chiens: chez eux, la présence de cette matière colorante, que nous n'avons pas rencontrée chez les chiens adultes, est sans doute liée à un travail de rénovation cellulaire très rapide, partant sur les éléments figurés du sang; mais, dans la bile normale, ce corps paraît avoir subi une modification plus profonde que chez les animaux intoxiqués ou refroidis. Ce n'est plus seulement la bande dans le rouge qui résiste à l'action du sulfure ammonique, mais encore les deux bandes qui correspondent à celles de l'oxyhémoglobine. De même, l'ammoniaque est sans influence sur ce spectre.

» Ces faits perdent de leur singularité, si on les rapproche de ce qu'on observe dans la bile de mouton ou de bœuf. M. Mac Munn a décrit dans la bile de ces animaux un pigment qu'il a appelé *cholohématine* et auquel il a attribué quatre bandes. Il est facile, en effet, de démontrer dans ce liquide la présence de l'hématine ([1]). Si on le traite par le sulfure ammonique, les bandes III et IV de M. Mac Munn font place à celles de l'hématine réduite ou hémochromogène; mais, sur environ cinquante échantillons de bile de mouton, nous en avons rencontré en moyenne un sur cinq dont ces mêmes bandes n'étaient nullement modifiées par l'agent réducteur. Ainsi la cholohématine semble se présenter sous deux états différents, comme la matière colorante que nous avons décrite et qu'en raison de ses caractères optiques on pourrait appeler *cholométhémoglobine*. Ce dernier corps nous offre un exemple nouveau d'un dérivé de l'hémoglobine, représentant probablement un stade intermédiaire entre la matière colorante du sang et celle de la bile.

» 4. Il est généralement admis que la bile normale du chien ne présente pas de bandes d'absorption.

» Les observations faites sur de jeunes animaux contredisent déjà, comme on l'a vu, cette opinion; mais, de plus, il existe constamment dans ce liquide, chez des chiens de tout âge, une bande très nette entre B et C, recouvrant

---

([1]) M. Mac Munn, *Proceedings of the Royal Society London*, 1880-1883. *The Journal of Physiology*, 1885.

C (λ 675 à λ 658 environ); une deuxième près de D (λ 615 à λ 590) est toujours beaucoup plus pâle. Lorsqu'on agite pendant quelques instants la bile avec de l'ammoniaque, les deux bandes se déplacent vers la droite, surtout la première. Ces caractères concordent avec ceux de la bilicyanine de Heynsius et Campbell ([1]).

» En résumé, nous avons observé : 1° le passage rapide de l'oxyhémoglobine dans la bile, chez des animaux, ou intoxiqués par des agents destructeurs des hématies, ou morts de froid, ou artificiellement refroidis; 2° la formation dans ce liquide, chez les mêmes animaux, d'un dérivé de l'hémoglobine, dont les propriétés optiques sont celles de la méthémoglobine, mais qui diffère de celle-ci par la façon dont il se comporte à l'égard des réactifs; 3° la présence de ce même corps (cholométhémoglobine) dans la bile normale des jeunes chiens; 4° la présence, dans la bile des chiens de tout âge, de bandes dont les caractères sont ceux des bandes de bilicyanine. »

ZOOLOGIE. — *Le développement du système nerveux des Annélides et l'influence exercée sur lui par la symétrie du corps.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les résultats que j'ai obtenus en étudiant les embryons de diverses Annélides, et notamment ceux des Oligochætes limicoles de la famille des Enchytræidiens, permettent, si on les compare aux faits déjà connus sur l'évolution larvaire de ces mêmes animaux, d'esquisser une synthèse du développement du système nerveux.

» Les centres nerveux proviennent toujours de l'ectoblaste. Le premier d'entre eux qui prenne naissance est la *plaque céphalique* ou *plaque syncipitale*, située dans la région antérieure du corps; elle existe seule chez les embryons à développement condensé, mais il n'en est pas de même pour les larves. Ces dernières possèdent en surplus un réseau nerveux sous-ectoblastique, placé en majeure partie sous la couronne vibratile orale, et bien étudié par Fraipont et Hatschek sur les *Polygordius*. Parfois ce réseau se condense en un anneau compact, semblable à celui signalé par Kleinenberg comme existant chez les larves de *Lopadorhynchus*. Ces deux ébauches primitives, la plaque céphalique et le réseau, constituent

---

([1]) *Pflüger's Archiv*, t. IV, 1871.

un système nerveux primordial, à symétrie radiaire; les embryons, à ce moment de leur évolution, ont du reste une forme sphérique ou ovalaire.

» Parmi ces deux ébauches, la plaque céphalique persiste seule chez l'animal adulte; le réseau nerveux annulaire disparaît sans laisser de traces ni rien produire de définitif; il est spécial à la larve, et son rôle consiste sans doute à assurer les fonctions de relation de cette dernière pendant sa vie libre. Aussi manque-t-il chez les embryons à développement condensé, qui restent renfermés dans un cocon protecteur.

» Au moment où le système nerveux primordial est bien constitué, le corps de la larve (*prosoma*, Hatschek) s'allonge, et une troisième ébauche nerveuse prend naissance, toujours aux dépens de l'ectoblaste, dans la nouvelle partie du corps (*metasoma*) qui vient de se former. Cette troisième ébauche, ou *plaque médullaire*, apparaît dans une région qui correspond à la future ligne médio-ventrale de l'animal adulte; elle est chargée de subvenir à la genèse de la chaîne nerveuse ventrale. Le *metasoma* continue à grandir et prend constamment une importance croissante, à tel point que, sauf le lobe céphalique et une partie du lobe buccal, le corps de l'adulte dérivera presque en entier de lui. La plaque médullaire suit cet accroissement et devient ainsi le centre nerveux le plus considérable de l'économie; la plaque céphalique grandit aussi, mais dans des proportions moindres, et donne naissance aux ganglions cérébraux. A mesure que cette évolution s'effectue, le réseau annulaire disparaît, s'il a existé, et les deux plaques précédentes sont séparées l'une de l'autre; elles ne tarderont pourtant pas à se réunir, au moyen de deux commissures, émises surtout par la plaque céphalique, qui entourent l'œsophage et vont se souder à l'extrémité antérieure de la plaque médullaire; l'ensemble de ces commissures répond, on le voit, à l'anneau œsophagien.

» Au début même de leur apparition, les plaques sont de simples proliférations locales de l'ectoblaste, plus épaisses en leur centre que sur les côtés. Les choses changent lors de la genèse du mésoblaste. Ce dernier feuillet est représenté par deux ébauches qui croissent en longueur pour suivre l'extension du corps dans cette voie, et croissent aussi en largeur pour entourer l'intestin. Le résultat est le suivant : la symétrie radiaire primitive se transforme en une symétrie bilatérale, qui sera conservée chez l'adulte; et les ébauches des centres nerveux se modifient pour suivre ce changement de symétrie. Deux centres principaux de prolifération apparaissent dans chacune des plaques céphalique et médullaire; ces deux centres sont disposés symétriquement de part et d'autre du nouvel axe

longitudinal qui divise le corps entier en deux moitiés et continuent à grandir; finalement, les plaques nerveuses, au lieu de rester simples, deviennent bipartites à mesure qu'elles s'accroissent, et semblent ainsi formées par deux masses. Ces dernières ne dérivent point d'ébauches distinctes dès l'abord, comme l'ont admis plusieurs auteurs, mais sont engendrées par une seule ébauche primordiale et médiane.

» Les deux masses de la plaque céphalique constituent les ganglions cérébraux; les deux masses de la plaque médullaire constituent les cordons médullaires. Suivant les types d'Annélides, les deux parties provenant d'une même ébauche restent unies plus ou moins intimement sur la ligne médiane ou bien se séparent presque en entier. Chez les types primitifs, les cordons médullaires renferment dans toute leur étendue un nombre égal de cellules et de fibrilles nerveuses, alors que ceux des types supérieurs se différencient régulièrement en ganglions contenant seuls les cellules, et en connectifs fibrillaires qui relient les ganglions les uns aux autres pour former ainsi la chaîne nerveuse ventrale des auteurs.

» La production du *metasoma* par le *prosoma* et le changement de symétrie qui en résulte se réduisent à une croissance suivant une seule direction et ne doivent pas être assimilés à une alternance de générations, comme le voudrait Kleinenberg. Je ne puis accepter en surplus, ainsi que je le montrerai dans un Mémoire en cours de publication, les opinions de ce naturaliste ni celles de Sedgwick au sujet des rapports existant entre les Méduses et les Annélides. »

ZOOLOGIE. — *De la turgescence chez les Lamellibranches* [1]. Note de M. A. **Ménégaux**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Lamellibranches ont la curieuse propriété de rendre turgescentes certaines parties de leur corps, c'est-à-dire d'en augmenter le volume par afflux d'un liquide : ce sont le pied, le bourrelet marginal du manteau et les siphons. Ce fait a provoqué un grand nombre de recherches et de discussions. Mais ce n'est que dans ces dernières années qu'on est arrivé à donner une explication acceptable physiologiquement et que l'on a admis

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Perrier. Les animaux m'ont été fournis par la station zoologique d'Arcachon et par le laboratoire maritime du Muséum, à Saint-Waast-la-Hougue (Manche).

que la turgescence est due à un afflux de sang dans les parties considérées.

» Fleischmann a montré que la quantité de sang est suffisante dans l'Anodonte et que de plus, sur le trajet du sang, se trouve un orifice muni d'un sphincter qui joue le rôle le plus important dans ce phénomène.

» Comme ses recherches n'ont porté que sur l'Anodonte et sur la turgescence du pied, je me suis demandé si cette théorie était applicable à toutes les formes marines pourvues d'un pied bien développé et j'ai voulu compléter cette théorie par une explication rationnelle de la turgescence des siphons basée sur l'anatomie.

» Le pied est formé de faisceaux musculaires longitudinaux et transversaux laissant entre eux deux sinus de direction constante et toujours visibles, même chez des animaux fortement contractés par l'alcool : le sinus antérieur, longitudinal et au-dessus de l'artère pédieuse principale, et le sinus postérieur qui, partant de la base, remonte le long de l'arête postérieure du pied pour venir, au-dessous du plancher péricardique, confluer avec un sinus viscéral longitudinal. C'est là que se trouve un orifice s'ouvrant dans les canaux sanguins des deux organes de Bojanus, anastomosés sur la ligne médiane en arrière du cœur, disposition commune à tous les Lamellibranches ayant un pied bien développé. La position de cet orifice en boutonnière, que Keber, le premier, a découvert dans l'Anodonte, mais dont il n'avait pas compris toute l'importance, est exactement fixée par les deux points où les connectifs cérébro-viscéraux percent le plancher péricardique pour passer de la masse viscérale dans l'organe de Bojanus. Mes recherches me permettent d'affirmer que cet orifice, muni d'un sphincter, n'existe pas chez tous les Bivalves dont le pied est relativement peu développé, tandis que je l'ai retrouvé chez tous ceux dont le pied est bien développé, par exemple dans plus de vingt-cinq espèces, appartenant aux genres *Anodonta, Cardium, Cyprina, Lutraria, Mactra, Mya, Pectunculus, Pholas, Scrobilaria, Solen, Tapes, Unio, Venus*. La présence de cet orifice est donc liée étroitement à celle d'un pied bien développé et l'importance de l'appareil de fermeture est proportionnelle à celle du pied; c'est ce qui explique que Roule ait pu le nier dans les espèces qu'il a étudiées.

» Cette boutonnière est pourvue de deux lèvres : l'une antérieure et péricardique, l'autre postérieure, qui peut s'allonger en une valvule venant parfaire l'occlusion de l'orifice (Solen). Elle est double dans les Bucardes et les Pholades.

» Si dans une Lutraire nous enlevons la portion du péricarde portant l'orifice et si nous colorons par la purpurine, les deux renflements formant les lèvres se montrent au microscope formés par des fibres transversales, comme en offre le plancher péricardique, mais elles sont en plus grand nombre autour de l'orifice.

» Arrivés aux extrémités de la boutonnière, les faisceaux de la lèvre péricardique s'étalent en éventail et se rendent aux bords latéraux du péricarde.

» La partie postérieure de l'éventail se dirige bientôt directement en arrière, passe en dedans des connectifs cérébro-viscéraux et vient contribuer à former un bourrelet musculaire, à concavité antérieure, et situé en arrière de l'orifice bojano-pédieux.

» La lèvre postérieure est plus développée, ses fibres arrivées aux commissures deviennent nettement longitudinales. Les faisceaux s'anastomosent en réseau irrégulier avec ceux du péricarde et de la lèvre antérieure. De plus ici, la lèvre postérieure se développe en une valvule.

» Aux commissures, on voit des fibres rares passer d'une lèvre à l'autre, tandis qu'il y a un entrecroisement remarquable des fibres de la lèvre antérieure avec celles de la lèvre postérieure.

» Dans le *Solen*, la structure se complique par la présence de fibres longitudinales qui, arrivées au bord de l'orifice, retournent en arrière et, par leur contraction, servent à élargir la fente.

» Dans le *Cardium*, on trouve deux boutonnières à bords festonnés dont chacune a une structure identique à l'orifice unique du Solen. Les faisceaux, largement anastomosés, doivent évidemment fonctionner ensemble.

» Dans la Pholade, les deux orifices ont des bords peu musculaires.

» Quand l'animal veut amener son pied à l'état d'extension normal, qu'il ne faut pas confondre avec l'état d'extension total, il contracte tous les faisceaux transversaux viscéraux et, avec lui, le péricarde, de sorte que l'orifice se trouve fermé. Le sang emprunté au manteau et lancé par le cœur vient s'accumuler dans le pied et les bords palléaux dont il amène la dilatation. Comme le sphincter ne peut rester indéfiniment contracté et que la stase du sang ne peut être trop prolongée, il faut admettre que l'orifice s'ouvre à intervalles éloignés et laisse passer une ondée sanguine qui parcourt les vaisseaux bojaniens avant d'aller aux organes respiratoires. Mais, quand la rétraction est brusque, le sang refoulé rapidement dans les viscéraux traverse l'orifice pour arriver dans le sinus inférieur bojanien et passer de là directement dans le sinus des ganglions viscéraux, soit par le

sinus renfermant les connectifs cérébro-viscéraux, soit plutôt par deux branches latérales qui passent en dehors des rétracteurs postérieurs du pied et s'ouvrent dans ce sinus par un orifice circulaire. Il va de là dans le manteau. J'ai vu souvent des Pétoncles contractés, ayant un manteau de 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur et pouvant se vider par une ponction.

» Chez tous les *Siphonés*, l'aorte postérieure qui vascularise les siphons offre une dilatation post-ventriculaire et sous-rectale. Elle est fermée antérieurement par une valvule (*Lutraria, Solen, Mactra, Mya*) et offre des piliers musculaires dont quelques-uns viennent s'attacher sur le rectum. La Pholade, dont l'aorte est latérale, offre une valvule, mais pas de dilatation.

» De plus, à leur origine, les artères siphonales sont fermées par une valvule semi-circulaire fixée au côté externe du siphon (*Lutraria, Pholes*). La turgescence est amenée par les contractions rythmiques du ventricule associées à celles de la dilatation post-ventriculaire. Pendant la contraction rapide, le sang ne peut retourner directement dans le ventricule et doit aller s'amasser dans le manteau, dans le réservoir palléal.

» Donc : 1° l'orifice muni d'un sphincter existe chez tous les Bivalves ayant un pied bien développé et manque chez les autres; l'intervention de l'eau n'est donc plus nécessaire pour expliquer la turgescence du pied; 2° une dilatation post-ventriculaire et musculaire vient en aide au cœur pour chasser le sang dans les siphons. Deux valvules successives s'opposent au retour direct du sang dans le cœur pendant la contraction rapide des siphons. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil reproducteur de l'Aplysie*. Note de M. **Remy Saint-Loup**, présentée par M. de Quatrefages.

« La glande hermaphrodite est très distincte du foie chez l'*A. fasciata*, plus ou moins englobée chez l'*A. depilans* par des ramifications élégantes de l'organe hépatique. Cette glande élabore des éléments mâles chez les individus qui, *à ce moment*, peuvent être considérés comme mâles; elle produit d'autres fois des éléments mâles et femelles, sans qu'il soit possible de constater la prédominance de l'un ou de l'autre élément; enfin des éléments femelles sont nettement prédominants chez d'autres individus.

» Les individus correspondant à ces trois stades sont également capables d'accouplement. Il s'ensuit que la formule *hermaphrodisme complet*

et absolu est contradictoire avec les faits. Il est d'ailleurs intéressant de rapprocher ces remarques de celles qui ont été faites sur des cas d'hermaphrodisme observés chez des Gastéropodes à sexes séparés.

» De la glande hermaphrodite part, chez l'Aplysie, un canal ovo-spermiducte qui reçoit sur son trajet les produits de la glande albuminogène et débouche au sommet d'un cul-de-sac où s'accumulent les produits de la glande rubanée glaireuse.

» Du sommet de ce cul-de-sac part le canal godronné décrit ailleurs par M. de Lacaze-Duthiers, et qui comprend un canal vaginal et un canal utérin en rapport continu avec la glande dite *prostate*.

» Le réservoir spermatique débouche à la partie postérieure du canal godronné; et la vessie, que je n'ai pas confondue avec d'autres organes comme le croit M. Robert, débouche à la partie antérieure. Je considère la prostate comme fournissant un enduit protecteur au ruban des œufs, et la vessie comme un réservoir de cet enduit.

» On trouve dans la gaine du pénis un tissu qui rappelle, par sa structure, les papilles que Baudelot a montrées chez l'Arion et qui sont considérées comme sécrétant la matière du spermatophore.

» En résumé, l'opinion que M. E. Robert croit devoir contredire paraîtra peut-être fondée sur une étude aussi minutieuse que la sienne. Il faudra, pour trancher la question, l'histologie des embryons. »

ZOOLOGIE. — *Sur la descente des ovules dans le canal de la glande hermaphrodite chez les Hélices.* Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que, chez les Gastéropodes androgynes, un même conduit, le canal efférent de la glande hermaphrodite, sert de canal vecteur aux spermatozoïdes et aux ovules. On a vainement cherché jusqu'ici à découvrir comment et en quel moment s'opère la descente des œufs : c'est là un des plus difficiles problèmes que présente la génération de ces animaux.

» En effet, en quelque saison que l'on examine le canal efférent chez une Hélice, soit en dehors du temps de la reproduction ou pendant qu'elle est en activité, avant ou après l'accouplement aussi bien que pendant cet acte, la partie inférieure de ce tube, qui fait office de vésicule séminale, se trouve toujours remplie de sperme. Durant la ponte ou un peu avant, alors qu'aucun œuf ne se voit encore dans l'oviducte, mais qu'on en observe

dans le diverticule, mêlés aux spermatozoïdes qui les fécondent, le canal efférent est encore et toujours gonflé de sperme.

» Il est évident que les ovules ont dû passer par le canal efférent un peu avant le temps où on les trouve dans le diverticule. Mais, d'autre part, dès que l'Hélice, se disposant à pondre, a commencé d'enfoncer son mufle dans la terre, il est encore trop tard : les œufs sont déjà arrivés dans le diverticule. C'est donc avant le moment où l'Hélice se livre à cet acte préliminaire de la ponte que doit s'opérer la descente des œufs. Malheureusement, aucun signe particulier ne permet de reconnaître qu'une Hélice, actuellement inactive, se mettra bientôt à creuser la terre. Il n'y a donc chance de tomber sur le moment favorable qu'en sacrifiant un grand nombre de sujets avant qu'ils se décident à pondre.

» J'ai donc recueilli le plus que j'ai pu d'Hélices accouplées et les ai maintenues dans des conditions absolument normales, sans négliger l'alimentation. Un certain nombre de sujets furent ouverts chaque jour, à des époques inégalement distantes du dernier accouplement.

» J'ai pu ainsi rencontrer quelques sujets dont le canal efférent, moins distendu par le sperme que d'ordinaire, présentait en même temps un aspect tout particulier, grisâtre, moins opaque. L'examen microscopique du contenu montra le sperme plus ou moins profondément altéré suivant les sujets, les éléments séminaux à divers degrés de destruction, analogues à ceux qu'ils subissent dans la poche copulatrice, peu de temps après l'accouplement, et que j'ai fait connaître dans un travail déjà ancien.

» Le sperme n'est pas seul à subir cette destruction : l'épithélium du canal efférent y est lui-même soumis. Il se détache en bloc, et on le voit former autour du sperme désorganisé une enveloppe confuse, plus ou moins diffluente, où les noyaux persistent plus longtemps que les corps cellulaires, ainsi que l'on voit, dans les spermatozoïdes, la tête résister mieux que le filament caudal.

» Au terme de cette double régression, quand le sperme et l'épithélium sont complètement résorbés, le canal efférent est vide, et le chemin est ouvert aux ovules.

» Il ne m'a pas encore été donné d'observer directement leur passage, qui doit s'effectuer, sans doute, en un temps très court. Mais il demeure acquis, d'après les observations qui précèdent, que ce phénomène a pour préliminaire indispensable la dissolution du sperme contenu dans le canal efférent. A peine cette descente est-elle effectuée et les œufs rendus dans le diverticule, qu'une masse de sperme ne tarde pas à venir de la glande

hermaphrodite pour remplir de nouveau le canal efférent, dont l'épithélium s'est régénéré et qui reprend ainsi son état habituel. »

BOTANIQUE. — *Observations sur les suçoirs de quelques Rhinanthées.* Note de M. GRANEL, présentée par M. Duchartre.

« Le développement des suçoirs des Rhinanthées a été étudié récemment par M. Leclerc du Sablon ([1]) et par M. L. Koch ([2]).

» Pour M. Leclerc du Sablon, la partie du suçoir du *Melampyrum* qui s'enfonce dans la plante nourricière a pour origine l'assise pilifère de la racine. M. L. Koch adopte ces idées sur le rôle joué par l'assise pilifère et étudie plus spécialement le *Rhinanthus minor*.

» De mon côté, j'ai cru pouvoir conclure de mes premières observations ([3]) sur les *Osyris, Thesium, Orobanche minor* que « l'assise pilifère ne » contribue pas à la formation de l'organe d'absorption », et j'ai entrepris l'étude des suçoirs de Rhinanthées pour vérifier et étendre les résultats de mes recherches antérieures.

» Chez les Rhinanthées (*Melampyrum nemorosum, Odontites lutea, Euphrasia officinalis*) les suçoirs se développent au contact d'une racine ou d'une parcelle d'humus renfermant des matières nutritives utiles à la plante et prennent leur origine dans le parenchyme cortical, au-dessous de l'assise pilifère.

» L'assise pilifère se présente sous des aspects très variés. Le plus souvent elle se flétrit de bonne heure. D'autres fois elle a déjà disparu sur la plus grande partie de la racine ; mais, au contact d'un fragment d'humus, au voisinage d'un suçoir, elle prend un très grand développement; les cellules qui la constituent s'allongent beaucoup, sans se cloisonner toutefois, et jouent leur rôle habituel de poils absorbants ou celui d'organes fixateurs.

([1]) *Observations anatomiques sur la structure et le développement des suçoirs du* Melampyrum pratense (*Bulletin de la Soc. bot. de France,* t. XXXIV, p. 154; 22 avril 1887) et *Recherches sur les organes d'absorption des plantes parasites* (*Ann. des Sciences natur.*, 7e série, *Bot.*, t. VI, p. 90-117, et Pl. I-III; 1887).

([2]) *Zur Entwickelungsgeschichte der Rhinanthaceen* (*Rhinanthus minor* Ehrh.), von Ludwig Koch (PRINGS., *Jahrb. für Wissensch. Bot.*, t. XX; 1886.

([3]) *Note sur l'origine des suçoirs de quelques Phanérogames parasites,* par M. Granel (*Bulletin de la Soc. bot. de France,* t. XXXIV, p. 313; 22 juillet 1887).

» Les cellules sous-jacentes à l'assise pilifère, qui constituent les initiales du suçoir, s'allongent d'abord tangentiellement, puis se divisent par des cloisons dans diverses directions. Ce foyer de développement est très localisé d'abord et tranche nettement sur l'ensemble des tissus voisins par la multiplicité des divisions cellulaires qu'il subit. Les cellules voisines du parenchyme cortical ne tardent pas à participer, dans une certaine mesure, à cette division; mais la prolifération y est moins active que dans les cellules du groupe initial. Le parenchyme cortical est déjà très développé; son développement se traduit à l'extérieur par un petit mamelon, alors que l'endoderme et le péricycle ne sont pas encore modifiés. Les cellules de l'endoderme se divisent plus ou moins tardivement en direction radiale et tangentielle, et le péricycle participe enfin à ces divisions. Il se forme ainsi un cône de pénétration qui a pour sommet les cellules sous-jacentes à l'assise pilifère. Les cellules terminales de ce cône refoulent devant elles les tissus aplatis et en voie d'exfoliation, dissolvent probablement aussi les parois de la plante attaquée et pénètrent dans ses tissus.

» Le suçoir ainsi constitué n'est pas seulement formé d'une masse de parenchyme cellulaire renfermant un protoplasma plus ou moins dense; les tissus de la racine sont reliés à ceux de la plante nourricière par une traînée de vaisseaux formant un véritable axe vasculaire dans le suçoir. Cet axe vasculaire est formé d'un faisceau de cellules annelées et spiralées réunies bout à bout. La différenciation de ces vaisseaux, aux dépens des cellules qui entrent dans la constitution du suçoir, se fait par places et dans des endroits indéterminés. Ce n'est pas toujours au contact d'un faisceau du bois de la racine que la différenciation commence, se continuant ainsi jusqu'à l'extrémité du suçoir. Souvent l'endoderme n'est pas encore modifié que les cellules spiralées sont déjà formées au premier foyer de développement du suçoir et en divers points du parenchyme cortical en voie de division. Dans tous les cas, les cellules vasculaires se développent par places et se mettent plus tard en continuité anatomique.

» Les cellules du suçoir qui s'enfoncent dans la plante nourricière sont toujours dépourvues d'ornements au début, mais on en trouve fréquemment sur les suçoirs un peu âgés.

» En résumé, le développement des suçoirs temporaires peut être ramené à un seul type. Chez les Rhinanthées, de même que chez les Santalacées et l'*Orobanche minor*, *l'assise pilifère ne contribue pas à la formation du suçoir*, qui naît plus profondément dans le parenchyme cortical.

» Si nous signalons quelques différences entre nos observations et celles

de MM. Leclerc du Sablon et L. Koch, nous arrivons néanmoins aux mêmes conclusions quant à la nature morphologique des suçoirs. Nous les considérons, en effet, comme des formations d'origine exogène qui se relient plus tard avec des formations plus ou moins importantes issues de l'endoderme et du péricycle. Elles n'ont pas dès lors l'origine péricyclique des radicelles, ne présentent pas la moindre trace de coiffe et la disposition de leur système vasculaire ne permet pas davantage de les assimiler à des racines. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des roches éruptives.* Note de M. A. de Lapparent, présentée par M. Daubrée.

« Si la notion de la fluidité primitive du globe a été presque unanimement acceptée par les géologues de l'école française, cette idée si simple n'est pas sans rencontrer encore bien des contradicteurs, surtout à l'étranger. Les uns ne veulent voir dans les laves que le produit d'une fusion opérée au sein d'une masse solide par l'influence de la chaleur que dégageraient certaines réactions chimiques plus ou moins mystérieuses. D'autres admettent, en vertu de la contraction du globe, un état d'écrasement qui peut amener la fusion des roches et qui l'amène, en réalité, partout où une cassure interrompt la communication des pressions. De cette manière, toutes les roches éruptives et les laves ne seraient que le produit de la fusion de masses antérieurement solides, et qui pourraient n'être que d'anciens sédiments.

» Quelque sérieux que puissent être les arguments théoriques à opposer à ces doctrines, il est une raison de fait, encore plus puissante, qui suffit à les condamner : c'est l'état d'oxydation variable des roches éruptives.

» Toutes les roches acides, c'est-à-dire chargées de silice et, par conséquent, légères, qu'il s'agisse des granites anciens, des porphyres permiens ou des rhyolites tertiaires et actuelles, sont, on peut le dire, *saturées d'oxygène*.

» Le fer oxydulé y est rare; l'oligiste abonde au point de former la matière colorante des feldspaths et de divers micas; la teinte des roches est essentiellement claire et ne subit pas à l'air d'altération sensible. Au contraire, les roches lourdes ou basiques sont de couleur foncée, parfois tout à fait noires, comme les basaltes; riches en fer oxydulé, elles renferment quelquefois du fer natif, ainsi que du nickel et du chrome; souvent on y

rencontre des composés hydrogénés du carbone. Enfin, elles portent tous les signes d'une pâte qui s'est développée *dans un milieu réducteur*, et dont la seule action de l'air suffit à changer entièrement la teinte.

» Mais, à l'heure qu'il est, l'expérience nous enseigne qu'à une profondeur relativement faible l'action oxydante de la surface cesse de se faire sentir, l'atmosphère réductrice prévaut et a toujours prévalu jusqu'à une faible distance de la surface.

» Il résulte de là qu'il est absolument inadmissible que l'état des laves acides soit dû à une action du dehors. Leur suroxydation est *primordiale*, tout comme leur richesse, beaucoup plus grande en alcalis. Toutes deux remontent à l'époque où ces pâtes, non recouvertes par une écorce, formaient la partie supérieure de la nappe de scories qui surnageait à la surface du bain métallique. C'est cette prévision originelle qui a fourni successivement la matière de tous les épanchements acides des temps géologiques. Elle n'a pas pu se renouveler, ce qui explique la rareté croissante des éruptions de cette nature, à mesure qu'on descend le cours des âges. Au contraire, la nappe basique, la plus lourde, a pu se renouveler et s'accroître *par le bas*, en vertu du progrès continu de la scorification du noyau, et en fournissant des produits de plus en plus chargés en métal et principalement en fer.

» En dehors de cette notion, l'état des roches éruptives riches en silice demeurerait inexplicable. D'anciens sédiments, fondus après avoir été enfouis sous plusieurs kilomètres d'écorce, ne donneraient rien de semblable. Aucune preuve ne nous semble donc plus concluante en faveur de cette *coupellation naturelle* à laquelle Élie de Beaumont et, après lui, M. Daubrée ont toujours attribué la formation des pâtes éruptives. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches éruptives de Pouzac (Hautes-Pyrénées).* Note de M. **Ch.-L. Frossard**, présentée par M. Fouqué.

« Les pentes nord et est des collines surbaissées, connues sous les noms de *Serre d'Ordizan, Serre de Pouzac d'avant*, se composent d'un schiste à *Fucoides Targioni*, sous lequel émergent les roches éruptives suivantes, énumérées en allant du nord au sud :

» 1° Une granulite mêlée de gneiss en brèches incohérentes, disloquées en tous sens, et dont les éléments sont fortement kaolinisés. La granulite prend souvent l'aspect d'une pegmatite avec amas de quartz fissuré, de muscovite jaune, de microcline et de tourmaline noire.

» 2° Une ophite de Palassou, noirâtre, avec reflets violacés et verdâtres; roche massive, divisée en polyèdres irréguliers; diabase à structure ophitique d'un type de passage à la porphyrite comme ceux que M. Michel Lévy a déterminés pour les ophites des Pyrénées. Elle est constituée par les éléments suivants :

» Apatite, magnétite, ilménite, sphène, biotite, cristaux abondants de labrador renfermant des inclusions opaques allongées, oligoclase, plages ophitiques de pyroxène;

» Amphibole d'ouralitisation abondante, épidote, hématite et chlorite.

» Dans des fissures de la masse d'ophite on rencontre des croûtes de zéolithes, d'épidote et d'oligiste.

» 3° Une syénite élæolithique qui a brisé en brèche mal liée l'ophite de Palassou entremêlée de calcaire cristallin à dipyre, actinote, albite, chlorite, quartz, etc.

» Cette syénite, que Palassou avait nommée *granite*, a déjà été étudiée par M. Lacroix. Dans les druses de la syénite, en amas ou isolée, nous avons trouvé des cristaux de zircon, grenat noir et rouge, mésotype radiée, scolésite rose, pyrite épigénisée en hématite, barytine bleue et incolore, magnétite, martite, etc. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la structure des porphyres quartzifères du Forez.* Note de M. U. **Le Verrier**, présentée par M. Fouqué.

« Les porphyres quartzifères du Forez peuvent se rattacher à plusieurs types de structure entre lesquels on trouve toutes les transitions :

» 1° *Les elvans*. Je comprends sous ce nom des roches intermédiaires entre les granulites et les porphyres. La pâte en est formée par une granulite très fine. La présence de gros noyaux de quartz ancien donne à la roche une structure porphyrique qui la distingue des vraies granulites. La pâte est plus riche en quartz qu'en feldspath, et le premier minéral y est en partie antérieur au second. Le grain est très irrégulier, et les dimensions très variables des quartz rendent parfois la distinction difficile entre les deux temps de consolidation; le second n'est, du reste, que la continuation du premier. Ces roches contiennent presque toujours du mica blanc, parfois du microcline. On y voit souvent apparaître une micropegmatite largement cristallisée et très quartzeuse, qui remplace la pâte et épigénise

les feldspaths : la roche est alors un amas de cristaux entourés par la micropegmatite.

» 2° *Les microgranulites grenues*. La différence des deux temps de consolidation y est bien marquée. La pâte est un mélange de grains de feldspath et de quartz de dimensions régulières et de formes isométriques. Le quartz et le feldspath sont en proportions comparables, et semblent s'être consolidés à peu près en même temps.

» 3° *Les microgranulites euritiques*. La pâte, généralement plus compacte, a une tendance à la structure microlithique; elle se compose de feldspaths allongés, moulés par du quartz sans formes déterminées. Le feldspath est plus abondant que le quartz et de consolidation antérieure. Il y a souvent dans la pâte du mica de seconde consolidation.

» 4° *Les eurites* ou *porphyres globulaires*. La pâte y est subcristalline, elle contient des parties où les minéraux ne se séparent plus nettement au microscope. Il s'y développe des globules à structure radiée, composés de feldspaths très allongés suivant les rayons, et cimentés par du quartz dont l'axe est, en général, dirigé tangentiellement. Ces globules sont à extinction par cadrans, et donnent des croix noires plus ou moins mal formées. Ils s'associent, dans les variétés cristallines, à une pâte analogue à celle du type 3. Dans les variétés plus compactes, les globules deviennent plus petits et plus nombreux. Dans les types extrêmes, ils forment les seuls éléments cristallins de la pâte : ils sont alors à extinction totale; on n'y distingue plus de structure radiée, mais aux plus forts grossissements on les voit constitués par une agglomération de microlithes feldspathiques disposés suivant deux directions à angle droit.

» 5° *Les porphyres pétrosiliceux*, à pâte indéterminable, avec globules à croix noire bien formée, sont très rares.

» Dans cette série, la teneur en feldspath dans la pâte va toujours en augmentant, aussi les cristaux de quartz anciens ont une tendance croissante à se ronger.

» Cette particularité, absente dans les roches du premier type, rare ou peu marquée dans le second, devient constante dans le type 3 et surtout dans le type 4; la pâte se charge de quartz autour des cristaux rongés et les entoure d'une auréole prenant souvent la forme d'une micropegmatite très fine.

» La différence des deux temps de consolidation, parfois peu marquée dans le type 1, est très nette dans tous les autres; mais, dans les types 3 et 4,

elle prend une importance spéciale, par ce fait que les minéraux du premier temps se détruisent et se corrodent pendant le second sous l'action de la pâte.

» L'ordre d'ancienneté est conforme à celui que j'ai adopté dans la classification. Je n'ai observé les elvans qu'en filons dans les terrains antérieurs au carbonifère; ces filons se rencontrent surtout autour des grandes masses de microgranulites et au-dessous d'elles.

» Les autres porphyres ont tous percé le culm et se trouvent en filons ou en masses ressemblant souvent à des coulées. Certains filons de porphyre globulaire percent nettement la microgranulite. Les masses de microgranulites proprement dites se trouvent plutôt à la base du culm, ou à la base du carbonifère, à son contact avec le granite; les roches qui sont en coulées dans les couches supérieures du culm appartiennent toutes au type 4 ou tout au moins au type 3. La microgranulite grenue serait donc un facies propre aux roches qui se sont consolidées à une certaine profondeur, sans venir tout à fait au jour.

» Toutefois, les différences de structure ne peuvent s'expliquer seulement par les différences de profondeur ou de dimensions des filons; car on trouve, à côté les uns des autres et dans le granite, c'est-à-dire au même niveau géologique, des filons de tous les types, présentant les épaisseurs les plus variées. Il y a donc bien eu une série d'éruptions, où le magma devenait de moins en moins acide avec l'âge et prenait une tendance croissante à une structure fluidale, à une cristallisation de plus en plus fine.

» Je n'ai jamais observé de passages entre les vraies granulites et les microgranulites, mais j'ai vu souvent l'elvan passer à l'une ou à l'autre de ces deux roches. »

PÉTROGRAPHIE. — *Étude pétrographique des gneiss de Ceylan et du district de Salem (présidence de Madras).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les montagnes qui entourent la vallée de Salem (présidence de Madras), et la partie de Ceylan comprise entre Colombo et Kandy, constituent deux régions gneissiques, remarquables par la richesse des types pétrographiques que l'on y rencontre, identiques dans les deux gisements.

» L'étude des collections recueillies en 1819, par le voyageur français Leschenault de la Tour, et conservées au Collège de France et au Muséum d'Histoire naturelle, m'a permis d'établir les divisions suivantes :

» *Gneiss à biotite et sillimanite.* — Ces gneiss sont constitués par de la biotite, du grenat, de la sillimanite et de l'oligoclase, distribués en lits minces souvent séparés par des lames de quartz et d'oligoclase. Ils présentent des accidents pétrographiques remarquables; des roches constituées par du corindon et de la sillimanite, par de l'andalousite et de la sillimanite en grandes masses, formant souvent des groupements à axes parallèles, curieusement moulés par de l'oligoclase et du quartz. C'est de cette roche que proviennent les échantillons de sillimanite décrits pour la première fois (1802) par De Bournon, sous le nom de *fibrolite*.

» *Gneiss granulitique grenatifère.* — Cette roche est d'une très grande richesse en grenat almandin; pauvre en biotite, elle est constituée en grande partie par du quartz, du grenat et de l'oligoclase; par l'introduction du pyroxène, elle passe au premier des gneiss à pyroxène décrits plus loin. Ce gneiss est l'équivalent des *leptynites* du Plateau central.

» *Gneiss granulitique à microcline.* — Il est formé de quartz orthose et microcline : ce dernier est, en général, dépourvu d'inclusions d'albite. Le grenat et la biotite sont rares. Les feldspaths, de même que ceux [*orthose* (*pierre de lune*), *microcline, albite, oligoclase*] des pegmatites de la région, offrent un aspect spécial dû à de nombreuses inclusions fusiformes d'un corps assez réfringent, incolore, qui n'a pu être déterminé.

» *Gneiss à pyroxène* (*coccolite*) *et amphibole.* — Ce gneiss est formé par un pyroxène, riche en fer, doué d'un polychroïsme énergique (suivant n_g = vert d'eau; n_m = rose clair; n_p = vert jaune), une amphibole vert-bouteille et de l'oligoclase. Il est en outre riche en apatite et grenat almandin. Il forme des roches noires, très denses, à schistosité peu accusée.

» *Gneiss à pyroxène* (*diopside*) *et amphibole.* — Les roches de ce groupe sont très polymorphes : elles peuvent se subdiviser en quatre types suivant la nature de l'amphibole qui accompagne le pyroxène. Ce dernier est un diopside tantôt incolore en lames minces, tantôt vert clair et parfois un peu polychroïque.

a. La roche est vert clair, formée par du pyroxène incolore en lames minces et une amphibole vert brunâtre.

b. L'amphibole est d'un vert franc; les bisilicates sont, ou bien grenus, ou bien en grandes plages, formant pegmatites avec du quartz et de l'oligo-

clase grenus; le grenat, souvent abondant, est quelquefois stalactiforme. Ce type ressemble à quelques gneiss à pyroxène (*pyroxengranulit*) de Saxe et de Bretagne.

c. Cette roche est extrêmement riche en grenat; elle est de couleur foncée, très compacte; elle est constituée par des grains arrondis de grenat, riches en inclusion de rutile, et de grandes plages de pyroxène entourées d'une pegmatite d'amphibole vert jaunâtre, de quartz et d'oligoclase. Des roches analogues se rencontrent en Saxe, dans la basse Autriche, etc.

» *d.* Une amphibole vert-bleuâtre caractérise le quatrième type, qui est souvent pauvre en pyroxène. Le grenat s'isole en cristaux pouvant atteindre la grosseur du poing. Entourés d'une zone d'amphibole à apparence fibreuse, ils peuvent être détachés de la roche comme un fruit entouré de son enveloppe. Examinée au microscope, cette zone vert clair se résout en grands cristaux d'amphibole pegmatoïdes dans de l'oligoclase et du quartz; leur axe vertical est perpendiculaire à la surface du grenat.

» *Roches à anorthite.* — Ces roches sont constituées pour la plus grande partie par de l'anorthite en grains de 1^{mm} environ : elles sont blanches, à texture saccharoïde : cette anorthite a servi à la première description qui ait été donnée de ce minéral en 1802 et 1817 sous le nom d'*indianite* (De Bournon).

» Les minéraux qui l'accompagnent sont : *scapolite*, pyroxène et amphibole vert d'herbe foncé, grenat, sphène, épidote, etc.

» Il est difficile d'établir l'ordre de formation de ces minéraux, soit les uns par rapport aux autres, soit par rapport à l'anorthite.

» Ils sont rarement tous réunis dans la même roche; ils s'associent deux à deux, trois à trois, donnant naissance à un grand nombre de combinaisons. Lorsqu'ils sont en présence, l'amphibole et le pyroxène sont contemporains, moulés par le grenat, qui englobe aussi le sphène. L'épidote granulaire est antérieure à l'amphibole.

» A ce groupe se rattachent des roches exceptionnelles à *wollastonite, scapolite, diopside* et *anorthite,* rappelant certaines roches à wollastonite de l'Hereroland et de l'État de New-York.

» *Cipolins.* — Les cipolins sont constitués soit par un mélange de dolomie et de calcite, soit par de la calcite magnésienne. Dans le premier cas, les rhomboèdres primitifs de dolomie à clivage p et macles b^1, très nets, renferment la calcite à l'état de gouttelettes ou d'arborisations de nature secondaire, faciles à dissoudre dans l'acide chlorhydrique froid, qui laisse la dolomie inattaquée.

» Les minéraux que renferment ces cipolins sont nombreux : spinelle rose ou bleu, apatite bleue (rappelant la variété *moroxite* d'Arendal), chondrodite, phlogopite, avec inclusions de rutile dirigées normalement à g^1 (010) et à m (110), pyrrhotine.

» A Cornigal, près Kandy, ces cipolins renferment des amandes elliptiques dont le grand axe est d'environ $0^m,2$, possédant une composition variable : *scapolite, pyroxène, amphibole, quartz, oligoclase, pyrite*, réalisant en petit des gneiss à pyroxène, qui permettent de comprendre la genèse des roches précédentes.

» Ces gneiss amphiboliques et cipolins semblent former la partie supérieure des gneiss et la partie inférieure des micaschistes. C'est en effet à ce niveau, en Bretagne, dans la basse Autriche, que se rencontrent des roches de composition pétrographique analogue.

» Ils sont recouverts, à Salem, par des micaschistes très quartzeux et renfermant un mica vert chromifère (fuchsite), semblable à celui du Zillerthal : des micaschistes riches en magnétite et en amphibole spéciale ferrifère, possédant les mêmes propriétés que la grünérite, de Collobrières (Var), enfin des amas de clinochlore et surtout de ripidolite écailleux, empâtant des cristaux a^1 (111) de magnétite, de $0^m,01$ de longueur. Cette dernière roche est identique à celle de Zermatt.

» Des schistes à séricite, des chloritoschistes surmontent cet ensemble et paraissent être l'équivalent du cambrien (x de la Carte géologique détaillée de France) du Plateau central.

» La rapide énumération qui précède montre combien les régions étudiées sont remarquables, par la réunion, sur un même point, d'un grand nombre de types pétrographiques rares ou nouveaux. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les propriétés optiques de l'ambre naturel et de l'ambre faux*. Note de MM. **G. Weiss** et **A. Erckmann**, présentée par M. Friedel.

« A l'étranger, on fabrique depuis quelque temps de l'ambre artificiel au moyen des déchets d'ambre naturel. L'imitation est si parfaite qu'à la douane on ne peut distinguer les objets en ambre vrai de ceux en ambre artificiel, et comme les droits varient du simple au sextuple, on voit la fraude qui peut en résulter.

» En examinant des coupes d'ambre vrai, on voit qu'il jouit de la

double réfraction; car une coupe interposée entre deux nicols à l'extinction rétablit la lumière. Cette lumière varie quand on fait tourner la coupe, et l'extinction persiste pour deux positions à 90° l'une de l'autre. L'ambre faux présente le même phénomène de double réfraction; seulement, au lieu d'avoir une teinte uniforme, on observe une apparence analogue à celle qui se produit dans les coupes de roches contenant des cristaux orientés dans différentes directions : cela tient à la structure de cet ambre, qui est probablement fabriqué avec de l'ambre naturel réduit en petits fragments et aggloméré par pression. Au point de vue pratique, il suffit d'examiner avec une loupe munie d'un analyseur un morceau d'ambre tel qu'un porte-cigares placé dans la lumière polarisée, pour immédiatement reconnaître s'il est vrai ou faux, à l'aide des caractères donnés plus haut. »

M. **Mascart** informe l'Académie que différents observateurs signalent l'apparition, dans les environs de Paimbœuf, d'un bolide de dimensions considérables, qui s'est propagé du nord-ouest au sud-ouest.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1889.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome cinquantième à tome cinquante-cinquième (nouvelle série); années 1884-1885. Paris, Imprimerie nationale, 1888; 5 vol. gr. in-4°.

Cours de machines; par M. Haton de la Goupillière. Tome premier, second fascicule : *Thermodynamique.* Paris, Vve Ch. Dunod, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Le nouveau matériel naval; par A. LEDIEU et ERNEST CADIAT. Tome premier. Paris, Vve Ch. Dunod, 1889; 1 vol. gr. in-8° et un Atlas.

Annuaire de la Marine et des Colonies. 1889. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1 vol. in-8°.

Osmomètre. Osmométrie; par HIPPOLYTE LEPLAY. 1888; br. gr. in-8°.

F.-A. FOREL. — *Les variations périodiques des glaciers des Alpes.* — *La capacité du lac Léman.* — *Les tremblements de terre étudiés par la Commission sismologique suisse.* — *Les stations lacustres du lac Léman;* etc. 12 brochures.

Rapports du Conseil d'administration de la Compagnie générale des Omnibus de Paris (*exercices* 1855-1887); 1 vol. relié et 7 brochures.

Rapports sur le travail des chevaux et sur les prix des fourrages depuis l'origine de la même Compagnie jusqu'en 1873; 2 brochures.

Rapports sur les opérations du service de la cavalerie et des fourrages; par M. LAVALARD (*exercices* 1878 *à* 1887); 10 brochures.

« *The Electrician* ». *Electrical trade's directory and handbook for* 1889. London, 1889; 1 vol. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

American Journal of Mathematics, published under the auspices of the Johns Hopkin's University. — *American chemical Journal,* edited by IRA REMSEN (Baltimore). — *Monthly Notices of the royal astronomical Society.* — *Revista de Medicina veterinara.* — *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo.* — *Prodromus of the Zoology of Victoria* (Melbourne). — *Anales de la Sociedad cientifica argentina* (Buenos Aires).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 FÉVRIER 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les microbes ci-devant pathogènes, n'ayant conservé, en apparence, que la propriété de végéter en dehors des milieux vivants, peuvent-ils récupérer leurs propriétés infectieuses primitives?* Note de M. A. Chauveau.

« Les faits dont il va être question se rattachent étroitement à ceux de ma précédente étude (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 319).

» A. *Restitution de la virulence aux races de* Bacillus anthracis *qui en avaient été complètement privées.* — Restituer toute son activité à la virulence amoindrie du bacille charbonneux, c'est chose facile, comme l'a si bien démontré M. Pasteur, même quand l'amoindrissement a été porté très près des limites qui séparent l'atténuation simple de la perte complète de la virulence. Il suffit, pour cela, que le microbe atténué puisse encore tuer

les sujets appartenant aux catégories d'animaux particulièrement impressionnables au charbon, comme les cobayes d'un jour et les souris. Après un certain nombre de passages du microbe sur ces animaux, puis sur d'autres moins sensibles, on arrive sûrement à reconstituer un virus tuant le mouton et le lapin, tout aussi bien que le bacille qui n'a pas traversé une phase d'atténuation. Mais, quand il s'agit de cultures devenues absolument incapables de manifester leur virulence, par l'inoculation aux animaux, quels qu'ils soient, comment s'assurer que cette virulence disparue n'est pourtant pas une virulence détruite et qu'on peut lui restituer sa puissance?

» Il fallait se rabattre sur l'exploitation de moyens spéciaux de culture *in vitro* pour arriver à la révivification cherchée. Voici ceux qui étaient indiqués par les présomptions tirées des faits antérieurement connus :

» 1° On a constaté (A. Rodet) que les bouillons pauvres en matières nutritives se prêtent, beaucoup mieux que les bouillons trop riches, à un excellent développement morphologique du *Bacillus anthracis*, et que la culture aboutit vite à la formation de belles spores dans ces milieux nutritifs appauvris. Peut-être cette pauvreté est-elle aussi une condition favorable au développement de la virulence, et pourrait-on, en mettant cette condition en œuvre, arriver à la reconstitution de la propriété infectieuse dans les cultures où elle a disparu.

» 2° Si l'intervention de l'oxygène comprimé dans les cultures du *Bacillus anthracis* en affaiblit d'abord et en fait disparaître ensuite la virulence, n'est-il pas logique de demander la reconstitution de cette virulence à des cultures faites dans des conditions précisément inverses, c'est-à-dire sous pression considérablement diminuée d'oxygène?

» 3° Parmi les conditions qui influent sur le développement morphologique et la virulence du *Bacillus anthracis*, il faut citer la nature des matières nutritives du bouillon de culture. M. A. Rodet, déjà cité plus haut, parle [1] « d'un essai de culture... fait, avec quelques gouttes de sang » d'un cobaye mort du charbon, dans de l'eau distillée, qui a produit ra» pidement des spores assez abondantes et *remarquablement actives* ». Dans cette expérience, faite sous mes yeux dans mon laboratoire, non seulement le liquide de culture a été pauvre en matières nutritives, mais il a eu une composition spéciale, généralement inusitée. Or, depuis, j'ai pu

---

(1) *Contribution à l'étude expérimentale du charbon bactéridien*; 1881. Thèses de Lyon.

fréquemment constater que l'addition d'une très petite quantité de sang frais à un bouillon pauvre le rend particulièrement propre à engendrer des spores *très virulentes* de *Bacillus anthracis*. De là, une nouvelle indication pour la révivification de la virulence de mes races de bacilles devenus indifférents.

» Il m'est impossible d'entrer dans le détail de toutes les expériences inspirées par les vues que je viens d'exposer. La place me manquerait; je ne puis donner que le résultat de ces expériences.

» J'ai éprouvé, d'abord isolément, puis en les combinant ensemble, chacune des conditions qui me paraissaient propres à reconstituer la virulence dans mes cultures. Le but cherché a été atteint. On a commencé par obtenir la virulence capable de tuer la souris, et l'on est arrivé à celle qui tue le cobaye. C'est un stade qui n'a pas encore été dépassé; mais il n'y a plus à douter maintenant que la virulence la plus active, celle qui tue le mouton, le lapin, le cheval, ne soit bientôt atteinte.

» On peut, en résumé, formuler comme il suit les conditions de cette réviviscence :

» 1° La *reconstitution* de la virulence *disparue*, dans les races de *Bacillus anthracis* destituées, en apparence, de toute propriété infectieuse, paraît tout aussi facile et tout aussi sûre que l'*exaltation* de la virulence simplement *diminuée*, dans les races atténuées de M. Pasteur.

» 2° Cette reconstitution de la virulence *disparue* ne peut être demandée qu'aux moyens de culture *in vitro*.

» 3° La *nature* du bouillon employé comme milieu nutritif joue le principal rôle dans les cultures destinées à rappeler la virulence : le sang frais doit entrer dans la composition de ce bouillon. Le sang de cobaye a été seul essayé. Il est probable, mais on ne saurait l'affirmer, que celui d'autres espèces se comporterait à peu près de la même manière.

» 4° Il est prouvé que l'anaérobiose imparfaite favorise l'action reconstituante exercée par le sang ajouté au bouillon.

» 5° Une certaine pauvreté du bouillon, en matières nutritives, est également favorable à cette influence reconstituante du sang.

» B. *Théorie de la disparition et de la réapparition de la virulence*. — Les faits m'ont amené à conclure, en terminant ma première étude, que le *Bacillus anthracis* privé de virulence est toujours un agent pathogène. Ce microbe a été pourtant modifié, et modifié d'une remarquable et intéressante manière. Ne pourrait-on pas considérer déjà cette première atteinte comme une transformation spécifique, non pas d'un agent pathogène en

agent purement saprogène, mais d'un microbe infectieux en un autre microbe infectieux? L'agent modifié a conservé l'aptitude à produire, dans l'organisme où il est semé, certains phénomènes d'infection générale, puisque cet agent peut donner la fièvre et qu'il confère toujours l'immunité contre la maladie spéciale causée par le microbe pathogène dont il dérive. Mais le microbe dérivé est dénué de toute aptitude à faire naître cette maladie spéciale, comme l'agent de la *vaccine*, qui préserve de la *variole*, est dénué de la propriété de faire naître cette dernière maladie. Or il n'est pas douteux que, si la vaccine dérive de la variole, ce qui est encore à démontrer, elle constitue pourtant une espèce nosologique distincte, et que les deux agents, encore indéterminés, des deux maladies, ne soient spécifiquement différents. Pourquoi n'en serait-il pas de même de nos deux bacilles, celui qui préserve du charbon et celui qui le donne?

» Une élégante formule du mécanisme de cette transformation supposée du *Bacillus anthracis* peut être empruntée à l'hypothèse qui attribue l'immunité, après infection naturelle ou provoquée, à l'effet d'une influence vaccinale distincte de l'influence infectieuse ou virulente. Dans cette hypothèse, très caressée par M. Bouchard, ces deux influences seraient exercées par deux produits différents du microbe pathogène. J'ai été le premier peut-être à indiquer l'existence possible d'une substance vaccinale indépendante du poison infectant. Il m'est donc facile d'admettre que les microbes pathogènes, en se multipliant dans l'organisme ou dans les bouillons de culture, engendrent ces deux matières, tantôt isolément, tantôt simultanément et en proportions variées suivant les conditions du milieu de culture. Dans notre cas actuel, l'agent transformé aurait perdu la propriété de produire la substance infectieuse, en conservant à peu près intact le pouvoir d'engendrer la matière vaccinale. Cet agent serait toujours un microbe pathogène, puisqu'il continue à créer la matière qui est la cause de l'infection rudimentaire d'où résulte l'immunité; mais ce ne serait plus le même agent pathogène qu'auparavant, puisqu'il a perdu la propriété d'engendrer la matière infectante à laquelle sont dus les caractères de la maladie essentielle. En fait, dans mes expériences, la propriété vaccinale du *Bacillus anthracis* transformé est encore si active et survit ainsi si bien à la perte de toute propriété infectieuse, qu'on semble autorisé à considérer ces deux propriétés comme étant absolument indépendantes l'une de l'autre et comme appartenant chacune à un produit spécial de la vie microbienne.

» Cette interprétation, si séduisante qu'elle soit, me semble pourtant

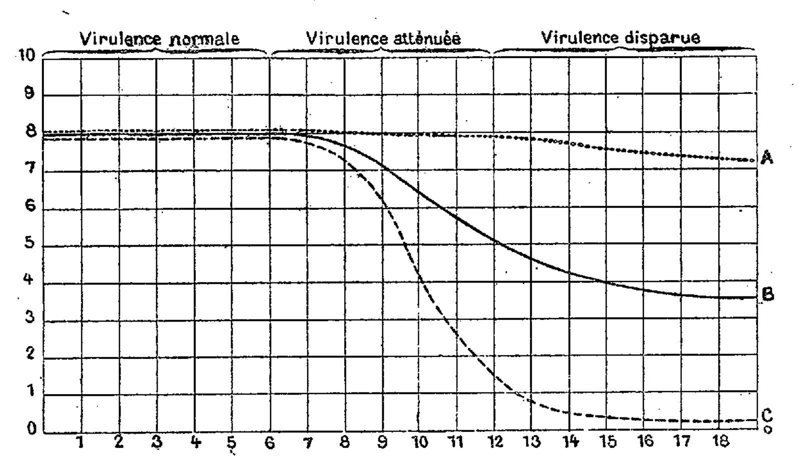
devoir être abandonnée. Elle a contre elle une objection grave. C'est l'objection tirée de ce fait, déjà rappelé dans ma précédente Communication, qu'il est possible d'obtenir avec certains microbes pathogènes doués de toute leur virulence, mais inoculés en très petite quantité, les mêmes effets, bénins au point de vue infectieux, très actifs au point de vue vaccinal, qu'avec les mêmes microbes préalablement atténués. Il est facile de comprendre que ces derniers, par les modifications qu'entraîne l'atténuation, soient rendus impropres à fabriquer, dans l'organisme, de la matière infectante, au moins en quantité notable, tout en conservant l'aptitude à faire beaucoup de matière vaccinale; ou bien qu'ils soient amenés à produire de la matière infectante d'une minime activité, la matière vaccinale restant très active. Mais comment admettre que des microbes doués de toute leur virulence se comportent de cette manière, quand on les met, en très petite quantité, en contact avec l'organisme d'un sujet apte à l'évolution de la maladie dont ces microbes sont les agents? Peut-on soutenir que le petit nombre des agents virulents modifie leur manière d'être, physiologiquement, au point de les rendre, dans l'organisme animal, inaptes ou très peu aptes à la reproduction du poison virulent, en les laissant parfaitement capables d'engendrer la matière vaccinale? N'est-il pas plus vraisemblable qu'il y a seulement, dans ce cas, amoindrissement de la production d'une seule et même substance pathogène, dont la propriété virulente, en raison de la faible accumulation de la substance, ne peut plus se traduire par des phénomènes d'empoisonnement mortel, tandis que la propriété vaccinale continue à produire, dans une certaine mesure, ses phénomènes physiologiques habituels? Cette propriété vaccinale, en effet, peut agir à tous les degrés; il n'y a pas de limites, pour ainsi dire, à son action minima; la propriété infectieuse, au contraire, doit être très développée pour déterminer la mort.

» On peut donc, dans ce cas, s'expliquer les effets produits par l'inoculation du microbe pathogène sans avoir besoin de faire intervenir une substance vaccinale distincte de la matière infectieuse. Or, ce qui est plausible pour l'explication des effets produits par de minimes quantités d'agents nettement virulents peut bien l'être aussi pour l'explication des effets que déterminent les agents dont la virulence a été atténuée ou a même complètement disparu. Les deux cas peuvent être réunis, au moins provisoirement, dans une seule et même interprétation.

» J'ajoute que l'explication inverse s'applique exactement à la réapparition de l'activité virulente. Ce n'est pas la sécrétion d'une matière nou-

velle, le poison infectieux, qui s'ajoute alors à la sécrétion persistante d'une matière vaccinale, supposée indépendante. Le microbe n'avait pas complètement perdu la propriété de produire ledit poison infectieux; il le fabriquait seulement en quantité trop petite ou avec une activité trop faible pour déterminer autre chose que l'infection rudimentaire, cause de l'immunité. Avec la réviviscence des cultures, le poison créé par le microbe devient graduellement plus énergique ou plus abondant, et acquiert ainsi la puissance nécessaire pour manifester ses effets toxiques habituels.

» En somme, si j'avais à représenter graphiquement les modifications imprimées au microbe qui nous a servi d'exemple, le *Bacillus anthracis*, par l'action graduellement croissante de l'oxygène comprimé, je tracerais trois courbes : 1° celle de l'aptitude prolifique; 2° celle de l'aptitude vaccinale; 3° celle de l'aptitude infectieuse; courbes divisées en trois régions : 1° région de la virulence primitive ou intégrale; 2° région de la virulence atténuée; 3° région de la virulence disparue (voir la figure).



Cette figure, lue de gauche à droite, représente la marche de l'affaiblissement des propriétés du *Bacillus anthracis,* soumis à l'action atténuante de l'oxygène comprimé. Lue de droite à gauche, elle représente la marche de la reconstitution de ces propriétés, sous l'influence de cultures révivifiantes.

O. Abscisse sur laquelle se trouve la valeur zéro des diverses aptitudes du *Bacillus anthracis.* — A. Courbe de l'aptitude prolifique. — B. Courbe de l'aptitude vaccinale. — C. Courbe de l'aptitude infectieuse ou virulente.

» Confondues sur la même abscisse dans la région de la virulence normale ou primitive, ces trois courbes, dans la région de la virulence atténuée, s'écartent graduellement en s'abaissant toutes, mais très inégalement, vers la ligne du zéro. Aucune ne se confond avec cette ligne, pas même la courbe de l'aptitude virulente, qui, pourtant, s'en rapproche beaucoup, dans la

région de la virulence disparue, mais à la manière d'une asymptote, sans jamais rejoindre cette ligne du zéro.

» Que si maintenant on voulait se représenter par le même procédé graphique la reconstitution graduelle des propriétés du virus, on n'aurait qu'à lire la figure en sens inverse.

» C. *Conclusions sur la signification de la perte et de la récupération de la virulence par les microbes pathogènes.* — Il résulte de tout ce qui précède que les microbes pathogènes, en perdant ou en récupérant la propriété infectieuse, ne subissent pas à proprement parler de transformation spécifique. Ces métamorphoses physiologiques ne sont que l'extension d'un cas général bien connu des botanistes, à savoir que les conditions de culture peuvent modifier, non seulement la forme, mais encore et surtout les fonctions des végétaux. L'exemple actuel ne diffère pas, au fond, de ceux qui sont présentés par un certain nombre de saprophytes non pathogènes, et dont il faut chercher les types les plus intéressants dans les curieux autant qu'importants travaux de M. Pasteur sur les levures.

» D. *Utilisation de la conservation de la propriété vaccinale dans les microbes ci-devant pathogènes, dont la virulence a été, non pas seulement plus ou moins atténuée, mais totalement éteinte ou, plus exactement, rendue incapable de se manifester.* — Il s'agit ici, bien entendu, de l'utilisation pour inoculations préventives. Après la présente étude, il est permis de supposer que tout microbe pathogène, devenu non infectieux dans l'acception commune du mot, peut conserver encore l'aptitude à créer les conditions de l'immunité.

» Si cette supposition est fondée, on n'a plus le droit de considérer comme réellement inertes et de laisser de côté les cultures d'agents pathogènes en apparence privés de leurs propriétés virulentes. Introduits dans l'organisme à doses copieuses et réitérées, ils seraient peut-être capables de produire l'infection bénigne préventive.

» Tous les essais déjà faits ou à faire, sur les diverses maladies infectieuses dont le microbe se reproduit dans les cultures avec les caractères apparents d'un saprophyte non infectieux, sont justifiés par le résultat des inoculations préventives faites avec le *Bacillus anthracis* déchu de sa fonction pathogène. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Secrétaire perpétuel, pour les Sciences physiques, en remplacement de M. *Pasteur,* démissionnaire et nommé, par un vote unanime de l'Académie, Secrétaire perpétuel honoraire.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Berthelot obtient.........	47	suffrages
M. Bouchard »	2	»
M. A. Milne-Edwards........	2	»
M. Daubrée................	1	»

Il y a trois bulletins blancs.

M. **Berthelot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **G. Vulliet-Durand** et **E. Genglaire** adressent un Mémoire « Sur le *cocaïmètre,* appareil destiné à reconnaître les fraudes de l'opium ».

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Bouchard.)

M. **E. Senet** adresse une Note sur la production d'un sulfure double de sodium et d'aluminium et d'un ferro-aluminium.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **C. de Théotokis** adresse, de Corfou, une Note sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie la Lettre suivante, qu'il vient de recevoir de M. Mittag-Leffler :

« 18 février 1889.

» J'ai l'honneur de vous informer que M. Poincaré, votre Confrère de l'Académie des Sciences, a obtenu le prix fondé par S. M. le Roi de Suède et de Norvège, pour être décerné à l'occasion du soixantième anniversaire de sa naissance. Le Mémoire couronné, qui a pour titre : « Sur le problème des trois corps et les équations de la Dynamique », comptera parmi les plus importantes productions mathématiques du siècle et sera un nouveau titre à l'estime de tous les géomètres, que M. Poincaré s'est déjà acquise par d'éclatantes découvertes.

» Une seconde récompense, consistant en une médaille d'or avec l'inscription *In sui memoriam*, a été accordée par le Roi au Mémoire de M. Appell, Professeur à la Sorbonne, qui est intitulé : « Sur les intégrales des fonctions à multiplicateurs et leurs applications au développement des fonctions abéliennes en séries trigonométriques ». Ce beau et savant travail est l'œuvre d'un géomètre de premier ordre, et fera pareillement un grand honneur à la Science française.

» Les deux Mémoires seront publiés dans le journal *Acta mathematica*, dont je suis le rédacteur en chef, et qui est édité, comme vous savez, sous le patronage spécial du Roi. Ils formeront ensemble le tome XIII de ce Recueil, volume que j'espère pouvoir vous offrir dès le mois d'octobre de cette année. Vous jugerez alors vous-même l'importance de ces beaux travaux, que j'ai eû le plaisir de proposer au Roi, au nom de la Commission qu'il avait nommée, de vouloir bien couronner.

» Qu'il me soit permis, Monsieur le Secrétaire perpétuel, de rappeler que, dans un discours prononcé aux obsèques de M. Bouquet, vous aviez présagé les résultats à jamais mémorables du Concours auquel le Roi de Suède et de Norvège, administrateur éclairé des Sciences mathématiques, avait convié tous les géomètres de l'Europe (*Comptes rendus*, t. CI, p. 585). Ce sont deux Savants français qui ont réalisé vos prévisions, et je suis heureux d'avoir reçu l'honneur de vous l'annoncer au nom de mon Auguste Souverain. »

ASTRONOMIE. — *Sur quelques points de la théorie du sextant.* Note de M. Gruey.

« 1° *Ne pourrait-on pas construire le sextant avec un seul miroir?* — Oui, assurément, en dirigeant l'axe optique de la lunette sur le bord de ce miroir unique, tournant avec son alidade autour du centre du cercle, la face réfléchissante du côté de l'observateur. La lecture, pour la position du miroir perpendiculaire à l'axe optique de la lunette, s'obtiendrait aisément soit, à l'aide de mon oculaire nadiral, par la coïncidence du réticule avec son image simplement réfléchie, soit par la mesure d'un même angle avant et après le retournement du limbe sur le plan de cet angle.

» Mais le sextant, ainsi simplifié, présenterait des inconvénients dans la pratique. La tête de l'observateur s'opposerait à la mesure des angles notablement supérieurs à 90°. La monture du miroir ou la faiblesse de l'image de l'astre réfléchi sous une forte incidence s'opposeraient à celle des petits angles qui, toutes choses égales d'ailleurs, sont cependant les plus faciles à relever. Enfin, la coïncidence de l'image directe d'un point A avec l'image simplement réfléchie d'un autre point B correspondrait à une lecture de l'alidade variable avec le point du champ où cette coïncidence serait établie. Ce dernier inconvénient est grave, car on ne peut guère demander aux marins d'établir toujours la coïncidence à la croisée de deux fils réticulaires.

» On voit, mais on ne l'avait peut-être pas assez remarqué, comment tous ces inconvénients disparaissent par l'introduction d'un *miroir auxiliaire* fixe, nommé improprement *petit miroir*.

» 2° *Quelle est l'utilité de la partie transparente du petit miroir?* Les uns suppriment cette partie; les autres la conservent. Elle nous paraît inutile.

» 3° Tout récemment, M. Fleuriais a imaginé, pour la mesure des hauteurs, un horizon gyroscopique, trop connu déjà pour que nous nous arrêtions à le décrire. Voici quelques résultats relatifs à cet horizon.

» Supposons le réticule de la lunette réduit à deux fils, l'un h perpendiculaire, l'autre v parallèle au limbe; que ce limbe soit maintenu immobile dans le plan vertical de l'astre E à observer, le fil v étant vertical et le fil h horizontal. Prenons, pour centre de la sphère céleste, le centre de gravité O de la toupie, situé sur son axe de rotation OT, très près de la pointe inférieure T'. Soient, sur cette sphère : P le pôle céleste, Z le zénith, T l'extrémité supérieure de l'axe OT, θ l'arc ZT.

» Pendant un tour de précession de T autour de Z, l'angle θ reste sensiblement constant; le plan P de visée du repère de la toupie, perpendiculaire à OT, enveloppe un cône de révolution ayant OZ pour axe, $180° - 2\theta$ pour ouverture. Ce cône, transporté parallèlement à lui-même, son sommet au centre optique I de l'objectif de la lunette, coupe le plan R du réticule suivant une *hyperbole*, dont l'axe transverse est parallèle au fil v, l'axe non transverse parallèle au fil h. Vu de I, le premier axe sous-tend l'angle 2θ, qui est aussi celui des asymptotes.

» L'image rectiligne ρ du repère, toujours à la rencontre des plans P et R, se meut, dans le champ de la lunette, en *enveloppant* l'hyperbole à laquelle il reste tangent. La direction de ce repère oscille de part et d'autre de h entre celles des asymptotes. Le point de rencontre du repère avec l'axe transverse décrit cet axe en oscillant entre les sommets de l'hyperbole.

» Au lieu de maintenir immobile le limbe du sextant, faisons-le tourner successivement et progressivement : 1° autour de l'axe optique de la lunette, de manière à maintenir le parallélisme entre ρ et h, c'est-à-dire entre le limbe et l'axe OT de la toupie; 2° autour de OT, de manière à le faire passer par E et à amener, en même temps, l'image doublement réfléchie de E sur ρ par une position convenable de l'alidade; c'est-à-dire de manière à *pointer* E.

» La lecture correspondante à cette position donne la distance zénithale gyroscopique ζ de l'astre, ou l'angle TOE au moment du pointé. A ce moment, soient z la distance zénithale vraie de E, a son azimut, ψ l'azimut de T; $m = \psi - a$. Le triangle sphérique ZET donne

$$\cos\zeta = \cos\theta\cos z + \sin\theta\sin z\cos m$$

ou, en négligeant le cube de l'angle θ, regardé comme petit du premier ordre,

$$(1) \qquad \zeta = z - \theta\cos m + \tfrac{1}{2}\theta^2\sin^2 m\cot z;$$

ζ, z, m varient avec le temps ou l'angle horaire t de E. Si l'on désigne par ζ', z', m' leurs dérivées relatives à t et si l'on pose

$$(2) \qquad u = \tfrac{1}{2}\theta^2(m'\sin 2m\cot z - z'\sin^2 m\,\text{coséc}^2 z),$$

l'équation

$$(3) \qquad \zeta' = z' + m'\theta\sin m + u = 0$$

donne les valeurs de m qui rendent ζ maximum ou minimum. La méthode de M. Fleuriais n'est applicable que si ces valeurs sont réelles, c'est-à-dire, en négligeant u, quantité du second ordre, que si la condition

$$(4) \qquad \theta^2 > \left(\frac{z'}{m'}\right)^2$$

est remplie. Mais, dans $m' = \psi' - a'$, on peut négliger a' devant ψ'; car a met vingt-quatre heures pour varier de 2π, tandis que ψ ne met que deux minutes environ. La condition (4) se réduit donc à celle-ci

$$(5) \qquad \theta^2 > \left(\frac{z'}{\psi'}\right)^2 = \left(\frac{\sin \mathfrak{P} \sin q}{\psi'}\right)^2,$$

en désignant par $\mathfrak{P}$ la distance polaire et par q l'angle parallactique de E. Si nous admettons que, pour varier de 2π, les angles t, ψ mettent respectivement vingt-quatre heures et deux minutes, nous aurons $\psi' = 720$; et si θ est, en valeur absolue, supérieur à $\frac{1}{720}$ ou à $5'$ environ, la production de valeurs maxima et minima pour ζ est assurée, quel que soit l'astre observé. M. Fleuriais prend habituellement θ entre $20'$ et $30'$.

» La condition (4) étant remplie, on résoudra aisément l'équation (3) en m, par approximations successives. En posant

$$-\frac{\pi}{2} < \alpha < +\frac{\pi}{2}, \qquad \sin\alpha = -\frac{z'}{\theta m'}$$

et désignant par u_1, u_2 les valeurs de u pour $m = \alpha$, $m = \pi - \alpha$, on trouve

$$m_1 = \alpha - \frac{u_1}{\theta m'} \operatorname{séc}\alpha, \qquad m_2 = \pi - \alpha + \frac{u_2}{\theta m'} \operatorname{séc}\alpha$$

comme racines de l'équation (3), en négligeant le second ordre ou θ^2. Elles sont liées aux valeurs correspondantes ζ_1, ζ_2 de ζ et z_1, z_2 de z par la relation (1) qui donne, après quelques réductions évidentes, en négligeant le troisième ordre, désignant par ζ_0, z_0 les moyennes de (ζ_1, ζ_2), (z_1, z_2),

$$(6) \qquad \zeta_0 = z_0 - \frac{1}{2}\left(\frac{z'}{m'}\right)^2 \cot\zeta_0.$$

» L'erreur ε de la méthode de M. Fleuriais, provenant de ce que la toupie donne ζ_0 au lieu de z_0, est, à notre degré d'approximation,

$$\varepsilon = \frac{1}{2}\left(\frac{z'}{m'}\right)^2 \cot\zeta_0 < 0'',3 \cot\zeta_0.$$

» On voit que cette erreur est indépendante de θ et qu'elle est insignifiante tant que l'astre observé n'est pas très voisin du zénith. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une question du Calcul des probabilités.* Lettre de M. E. Mayer à M. Bertrand.

« Après avoir lu votre Livre *Sur les Probabilités*, j'ai l'honneur de vous soumettre une solution de votre problème LVII, qui me paraît plus simple que celle de M. Rouché.

» Pierre et Paul jouent à chances égales : l'enjeu est l'unité; ils ont une fortune n; je cherche la probabilité pour que Pierre ruine Paul à la $\mu^{\text{ième}}$ partie.

» Désignons par $F(\mu)$ le nombre des combinaisons de μ parties qui font qu'à la $\mu^{\text{ième}}$ Pierre gagne, pour la première fois, n parties de plus que Paul, sans avoir jamais été en perte de n. La probabilité cherchée est

$$\frac{F(\mu)}{2^\mu}.$$

» Reportons-nous au problème L, où Pierre et Paul jouaient avec des probabilités inégales p et q, les enjeux étant toujours égaux à l'unité, et la fortune des deux joueurs égale à n. La chance que Pierre avait de ruiner son adversaire était

$$\frac{\alpha^n - 1}{\alpha^{2n} - 1} = \frac{1}{\alpha^n + 1},$$

α étant la racine autre que l'unité de l'équation $p\alpha^2 - \alpha + q = 0$, qui donne

$$\alpha = \frac{1-p}{p} = \frac{q}{p}.$$

Or la chance que Pierre a de ruiner Paul au bout de μ parties dans ces dernières conditions est

$$p^{\frac{\mu+n}{2}} \times q^{\frac{\mu-n}{2}} F(\mu) = p^n (pq)^{\frac{\mu-n}{2}} F(\mu).$$

Donc

$$\frac{1}{\alpha^n + 1} = \frac{1}{\left(\frac{q}{p}\right)^n + 1} = \sum p^n (pq)^{\frac{\mu-n}{2}} F\mu$$

ou

$$\frac{1}{p^n + q^n} = \sum (pq)^{\frac{\mu-n}{2}} F(\mu).$$

» On voit que $F\mu$ est le coefficient du terme de rang $\frac{\mu - n}{2}$ dans le développement de $\frac{1}{p^n + q^n}$ en fonction de pq.

» Si l'on pose

$$p = \frac{1+a}{2}, \qquad q = \frac{1-a}{2}, \qquad pq = \frac{1-a^2}{4} = x,$$

$$p^n + q^n = \frac{1 - \frac{n(n-1)}{2}a^2 \ldots \pm C_{2\alpha}^n \times a^{2\alpha}\ldots}{2^{n-1}}$$

$$= \frac{1 - \frac{n(n-1)}{2}(1-4x)\ldots \pm C_{2\alpha}^n \times (1-4x)^\alpha \ldots}{2^{n-1}}.$$

» Le coefficient de x^α est

$$\pm 4^\alpha [C_{2\alpha}^n + (\alpha+1)C_{2\alpha+2}^n + C_2^{\alpha+2} \times C_{2\alpha+3}^n \ldots],$$

et il est aisé de vérifier qu'on a identiquement, quelles que soient les valeurs de n et de α,

$$C_{2\alpha}^n + (\alpha+1)C_{2\alpha+2}^n + C_2^{\alpha+2} \times C_{2\alpha+4}^n \ldots = 2^{p-2\alpha+1} \times \frac{p}{p-\alpha} C_\alpha^{p-\alpha},$$

ce qui donne, pour le coefficient de x^α dans le développement du dénominateur, la valeur

$$\pm \frac{n(n-\alpha-1)\ldots(n-2\alpha+1)}{1.2\ldots\alpha},$$

indiquée par M. Rouché.

» Si l'on appliquait le même raisonnement au cas où, dans le problème LVII, Pierre et Paul ont des fortunes différentes m et n, on aurait à chercher le coefficient du terme de rang $\frac{\mu - n}{2}$ dans le développement de

$$\frac{\left(\frac{q}{p}\right)^m - 1}{p^n \left[\left(\frac{q}{p}\right)^{m+n} - 1\right]} = \frac{q^m - p^m}{q^{m+n} - p^{m+n}}$$

en fonction de pq. »

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur la conductibilité et le mode d'électrolyse des dissolutions concentrées d'acide sulfurique.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. M. F. Kohlrausch [1] a mis en lumière ce fait remarquable que les hydrates SO^3,HO et $SO^3,2HO$ présentent, à 18°, un minimum de conductibilité électrique par rapport aux liqueurs plus concentrées ou plus étendues.

» Mes expériences ont eu pour objet principal de mesurer les conductibilités de l'acide sulfurique au voisinage de 0°; j'ai, en outre, déterminé les coefficients de température α et β de la formule

$$C_t = C_0(1 + \alpha t + \beta t^2).$$

» Dans le Tableau suivant les résistances spécifiques sont évaluées en ohms, et l'on a pris pour unité de conductibilité spécifique la conductibilité correspondant à une résistance spécifique de 1 ohm; n est le nombre d'équivalents d'eau unis à un équivalent d'acide sulfurique anhydre :

	SO^3	Densité à 15°	Résistance spécifique.		Conductibilité spécifique.			
n.	pour 100.	d'après Kolb.	0°. ohms	18°. ohms	0°.	18°.	α.	β.
1,220...	0,7844	1,833	18,55	10,64	0,0539	0,0941	0,03454	+0,000384
1,478...	0,7504	1,824	16,05	8,86	0,0623	0,1129	0,03741	+0,000431
1,738...	0,7189	1,807	18,90	9,05	0,0529	0,1005	0,04282	+0,000562
1,868...	0,7041	1,795	20,16	10,09	0,0496	0,0991	0,04434	+0,000625
1,998...	0,6903	1,776	**21,36**	**10,45**	**0,0468**	**0,0957**	0,04374	+0,000740
2,5.....	0,6400	1,707	16,36	8,90	0,0611	0,1124	0,03708	+0,000532
3.......	0,5970	1,652	9,959	6,057	0,1004	0,1651	0,03042	+0,000325
4.......	0,5263	1,548	5,277	3,361	0,1895	0,2975	0,02855	+0,000198
5.......	0,4706	1,476	3,700	2,409	0,2703	0,4151	0,02724	+0,000163
6.......	0,4261	1,420	2,984	1,976	0,3350	0,5061	0,02637	+0,000135
7.......	0,3883	1,376	2,577	1,734	0,3880	0,5768	0,02549	+0,000107
8.......	0,3571	1,339	2,315	1,578	0,4318	0,6337	0,02485	+0,000087
9.......	0,3305	1,311	2,149	1,480	0,4650	0,6756	0,02427	+0,000068
10.......	0,3070	1,288	2,050	1,425	0,4877	0,7019	0,02382	+0,000054
12.......	0,2703	1,249	1,962	1,380	0,5096	0,7247	0,02320	+0,000035
14.......	0,2385	1,214	1,922	1,362	0,5202	0,7343	0,02286	+0,000021
16.......	0,2174	1,195	1,908	1,356	0,5239	0,7377	0,02273	+0,000016
18.......	0,1980	1,178	1,921	1,369	0,5205	0,7307	0,02259	+0,000011
20.......	0,1818	1,164	1,930	1,413	0,5103	0,7077	0,02199	−0,000005
24.......	0,1562	1,146	2,078	1,505	0,4812	0,6647	0,02162	−0,000024
30.......	0,1290	1,112	2,353	1,711	0,4250	0,5845	0,02111	−0,000033
40.......	0,1000	1,086	2,822	2,078	0,3543	0,4812	0,02073	−0,000046
50.......	0,0816	1,068	3,342	2,477	0,2992	0,4037	0,02040	−0,000056

[1] F. Kohlrausch, *Pogg. Ann.*, CLI, p. 378.

n.	SO^3 pour 100.	Densité à 15° d'après Kolb.	Résistance spécifique. 0°	18°.	Conductibilité spécifique. 0°.	18°.	α.	β.
			ohms	ohms				
65.......	0,0640	1,052	4,122	3,077	0,2426	0,3521	0,02009	—0,000066
80.......	0,0526	1,042	4,965	3,711	0,2015	0,2695	0,02001	—0,000069
110.......	0,0387	1,032	6,623	4,968	0,1510	0,2013	0,01981	—0,000075
221.......	0,0197	»	12,68	9,600	0,0788	0,1040	0,01919	—0,000079
555.......	0,00794	»	29,12	22,11	0,0343	0,0452	0,01994	—0,000129
1110.......	0,00398	»	55,71	42,02	0,0179	0,0237	0,02068	—0,000144

» On remarque un premier maximum de la conductibilité vers $SO^3 + 1,5HO$, puis un minimum très net correspondant exactement à $SO^3, 2HO$, enfin un second maximum vers $SO^3 + 16HO$. Malgré la variation assez compliquée de α et de β, ces maximum et minimum ne sont pas déplacés quand la température s'élève de 0° à 18°.

» Il était intéressant de chercher comment varie la conductibilité moléculaire. J'ai utilisé, à cet effet, une série d'expériences dans lesquelles on avait étendu d'eau des poids connus d'acide sulfurique (N équivalents), jusqu'à leur faire occuper, à la température du laboratoire, un volume de 1^{lit}.

N.	Conductibilité à 0° absolue.	moléculaire.	N.	Conductibilité à 0° absolue.	moléculaire.
36,37 (concentré)	0,0511	0,001405	13,45	0,3908	0,02905
32,66	0,0540	0,001656	11,53	0,4470	0,03876
30,74 (voisin de $SO^3, 2HO$)	**0,0482**	**0,001570**	9,607	0,4927	0,05127
28,82	0,0546	0,001892	7,686	**0,5201**	0,06768
25,94	0,0748	0,002885	5,764	0,5110	0,08864
23,06	0,1337	0,005798	3,843	0,4352	0,1200
21,14	0,1745	0,008266	1,921	0,2659	0,1466
19,21	0,2039	0,01061	1,000	0,1510	0,1510
17,29	0,2758	0,01595	0,1	0,0179	0,1790
15,37	0,3350	0,02179	0,01	0,00235	0,2350
			0	0	0,3175

» La conductibilité moléculaire présente un minimum pour $SO^3, 2HO$; elle croît ensuite toujours et dans une proportion énorme jusqu'aux dilutions extrêmes. A la limite une molécule d'acide sulfurique dissous conduit plus de 200 fois mieux qu'une molécule $SO^3, 2HO$.

» 2. L'hydrate $SO^3, 2HO$, que l'on peut obtenir cristallisé, est caractérisé, même à l'état liquide, par tout un ensemble de propriétés physiques : son indice de réfraction est maximum pour toutes les radiations [1], sa

---

[1] Van der Willigen, *Archives du musée Teyler*, t. I, p. 74.

conductibilité électrique *absolue* et *moléculaire* est minimum à toutes les températures; il paraît en être de même de sa fluidité ([1]).

» On n'a isolé jusqu'ici aucun hydrate d'acide sulfurique plus riche en eau, et l'on ne rencontre plus, pour aucune dilution, de singularités comparables à celles que nous venons de signaler. Toutefois l'étude minutieuse de la densité, de la conductibilité et de la chaleur spécifique concordent pour indiquer un changement d'allure vers $SO^3 + 6HO$ ou $+ 7HO$ et vers $SO^3 + 16HO$ (Mendeleeff).

» L'étude de la polarisation d'électrodes de platine dans l'acide sulfurique m'a offert des singularités remarquables. Voisine de $1^{volt},2$ à $1^{volt},3$ dans les liqueurs les plus concentrées, la polarisation diminue progressivement et n'est plus que de $0^{volt},7$ à $0^{volt},8$ pour $SO^3, 2HO$. Elle conserve ensuite sensiblement la même valeur jusque vers la première liqueur limite de M. Mendeleeff ($SO^3 + 6HO$ ou $SO^3 + 7HO$), remonte brusquement à $1^{volt},4$, enfin décroît d'une manière très lente.

» Les faibles polarisations au-dessous de $SO^3 + 6HO$ paraissent liées au mode d'électrolyse de $SO^3, 2HO$. Une molécule de ce type doit se scinder suivant le schéma

$$\overset{+}{H} \,|\, \overset{-}{SO^5H} \quad \text{ou} \quad \overset{+}{H} \,|\, SO^3 + \overset{-}{HO^2};$$

l'eau oxygénée est un produit normal de cette électrolyse. Or, d'après M. Richarz ([2]), on obtient beaucoup d'eau oxygénée dans l'électrolyse des acides sulfuriques concentrés et le maximum correspond à 80 pour 100 d'acide monohydraté ($SO^3 + 2,347HO$). D'après le même chimiste, au-dessous de 60 pour 100, on ne trouverait presque plus d'eau oxygénée; l'acide persulfurique de M. Berthelot et l'ozone apparaissent en abondance.

» N'est-on pas en droit de conclure que la limite $SO^3 + 6HO$ ou $+ 7HO$ correspond à la disparition de la dernière trace d'eau oxygénée dans l'électrolyse, c'est-à-dire à la destruction complète de l'hydrate $SO^3, 2HO$? De même, $SO^3 + 16HO$ correspondrait à la disparition de l'acide persulfurique et à la destruction d'un hydrate inconnu, intermédiaire à $SO^3, 2HO$ et à l'hydrate des dissolutions très étendues. »

([1]) GROTRIAN, *Pogg. Ann.*, t. CLI, p. 378.

([2]) RICHARZ, *Wiedemann's Annalen*, t. XXIV, p. 183; 1885.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure électrochimique de l'intensité des courants.* Note de M. A. **Potier**, présentée par M. A. Cornu.

« La précision de la mesure de l'intensité d'un courant par la pesée du dépôt métallique produit par l'électrolyse dépend de deux facteurs : la valeur de l'équivalent électrochimique du métal déposé et la netteté de la réaction chimique qui accompagne le passage du courant.

» Si l'on ne considère que le premier point de vue, la plus grande précision serait atteinte par l'électrolyse des sels mercureux, dans lesquels l'équivalent électrochimique du mercure est de 200, tandis que celui de l'argent, métal généralement employé, est de 108 seulement. Mais si l'on place dans le même circuit deux voltamètres, l'un contenant un sel mercureux (l'azotate de préférence, dont les dissolutions sont beaucoup moins résistantes que celle du sulfate) et l'autre contenant de l'azotate d'argent, on ne trouve pas un rapport constant entre les poids des deux métaux déposés. Le poids du mercure est toujours plus faible que le poids calculé d'après celui de l'argent déposé; même avec de très faibles densités de courant [1], l'écart atteint encore 1 à 2 pour 100; cependant on avait vérifié que la dissolution ne renfermait pas du sel mercurique, ni d'acide libre en quantité appréciable.

» Pour me rendre compte des motifs de cette irrégularité, j'ai été conduit à examiner de plus près l'électrolyse de l'azotate de mercure; en employant toujours une anode de même métal et pour pile soit un, soit deux éléments Daniell, les faits observés restent les mêmes. Si l'on prend pour cathode une lame de platine passée à la flamme, on voit d'abord un dégagement de gaz qui cesse peu à peu; lorsque ce dégagement a cessé, la lame est recouverte de mercure qui en mouille la surface, et le courant continue à passer en déposant du mercure. Le dégagement initial d'hydrogène ne peut être attribué à la composition du liquide, qui pourrait avoir au début, malgré les précautions prises, contenu un peu d'acide libre, disparu par la suite : en effet, si l'on introduit une lame de platine neuve à la place de

---

[1] Dans les deux voltamètres, les électrodes étaient formées des métaux dissous dont les dimensions permettaient de faire varier la densité du courant : l'argent était en lames; le mercure dans des cuvettes mobiles en verre, avec tube latéral pour l'arrivée et la sortie du courant.

celle qui a été amalgamée, le dégagement de gaz recommence; de même, lorsque l'amalgamation a commencé, on peut reconnaître qu'il se dégage encore du gaz sur les parties non amalgamées, tandis qu'il se dépose du mercure sur les autres; inversement, si l'on introduit dans une dissolution qui donne un dégagement de gaz sur une lame de platine une autre lame préalablement amalgamée, on n'observe plus de dégagement.

» On obtient exactement les mêmes phénomènes en employant, pour décomposer le sel mercureux, comme électrode négative, l'argent ou le cuivre (dans ce dernier cas, les communications doivent être établies avant de plonger la lame dans le liquide pour éviter toute amalgamation antérieure); il y a dégagement de gaz persistant plus longtemps que sur le platine, amalgamation progressive et disparition du dégagement.

» Des chocs ou des interruptions du courant déterminent plus rapidement l'établissement de cette période finale, où le dégagement cesse d'être visible.

» Le rôle de la cathode n'est donc pas purement passif, mais l'état de sa surface joue un rôle; il y a la plus grande analogie entre ces faits et ceux étudiés par M. Gernez dans ses recherches sur les retards à l'ébullition : le dégagement du gaz est intimement lié à la présence de la gaine gazeuse qu'entraîne avec elle la lame métallique, gaine qui disparaît peu à peu quand le gaz se dégage, et que l'amalgamation détruit en grande partie; il paraît extrêmement probable que des faits analogues doivent se passer dans l'électrolyse d'autres sels et que les dépôts réguliers ne peuvent se former que sur des surfaces absolument mouillées par le liquide.

» Toutefois, ces faits sont insuffisants pour expliquer l'irrégularité signalée plus haut lorsqu'on emploie une cathode de mercure; dans ce cas, on ne voit plus de dégagement de gaz, mais on observe toujours une polarisation énergique, qui se traduit du reste par des mouvements à la surface de la cathode quand on interrompt ou rétablit le courant, tandis que dans l'électrolyse régulière du sulfate de cuivre ou du nitrate d'argent, la polarisation est insensible; les choses se passent comme si l'hydrogène était réellement produit à la surface de cette cathode, occlus par elle, et détruit par diffusion, ou au moins par la cause qui produit la dépolarisation spontanée des électrodes : cette hypothèse expliquerait la simultanéité des deux phénomènes, polarisation de la cathode, absence d'équivalence entre le mercure déposé et l'intensité du courant.

» La mesure électrolytique de l'intensité d'un courant ne peut donc être considérée comme rigoureuse qu'à la condition que les électrodes ne pré-

senteront aucune trace de polarisation; on admet généralement que cette condition est rigoureusement remplie lorsque les électrodes sont formées du métal dissous; les expériences précédentes prouvent qu'il n'en est pas toujours ainsi. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'influence réciproque de deux aimantations rectangulaires dans le fer*. Note de M. **Paul Janet**, présentée par M. Lippmann.

« Un morceau de fer étant aimanté dans une certaine direction par une force magnétisante donnée, je me suis proposé de rechercher si l'établissement ou la rupture d'une aimantation nouvelle, perpendiculaire à la première, modifiait l'aimantation primitive. Les expériences ont porté sur un tube de fer qu'on pouvait aimanter longitudinalement, à l'aide d'une hélice de fil enroulé à sa surface, ou transversalement, par un courant le parcourant dans le sens de sa longueur (voir *Comptes rendus*, t. CV, p. 934; t. CVI, p. 200).

» Le flux d'induction longitudinal était mesuré par la décharge induite dans une bobine secondaire, fixée vers le milieu du tube; le flux d'induction transversal, par la décharge induite dans un fil tendu dans l'axe du tube; dans ce dernier cas, l'intensité d'aimantation n'est pas constante dans toute l'étendue d'un plan diamétral; mais, pour simplifier ce qui suit, nous admettrons qu'elle a partout sa valeur moyenne. Cela posé, les résultats obtenus peuvent s'énoncer de la manière suivante :

» I. *Influence de l'établissement ou de la rupture d'une aimantation longitudinale sur l'aimantation transversale résiduelle.* — 1° On établit un courant dans le tube de fer, puis on le supprime; il subsiste une aimantation transversale résiduelle qui se traduit par l'inégalité des impulsions du galvanomètre à la fermeture et à la rupture du courant inducteur. Les choses étant dans cet état, on établit une aimantation longitudinale : *on observe alors la disparition totale de l'aimantation transversale résiduelle*.

» 2° Une aimantation longitudinale constante étant établie dans le tube par un courant circulant dans l'hélice, on établit, puis on supprime l'aimantation transversale. Comme tout à l'heure, il subsiste une certaine aimantation transversale résiduelle. Cela étant, on rompt l'aimantation longitudinale : *l'aimantation transversale résiduelle disparaît*.

» Ainsi, *l'établissement ou la rupture d'une aimantation longitudinale fait disparaître l'aimantation transversale résiduelle*.

» Dans cet énoncé, nous supposons qu'il suffit d'un seul établissement ou d'une seule rupture de l'aimantation longitudinale. C'est, en effet, ce qui s'est présenté dans les expériences faites, où l'aimantation transversale était très faible relativement à l'aimantation longitudinale. Il est probable que, en général, il faudrait un certain nombre d'établissements et de ruptures de l'aimantation longitudinale pour faire disparaître toute l'aimantation transversale résiduelle (au moins toute celle qui peut disparaître pour une intensité donnée de l'aimantation longitudinale).

» II. *Influence de l'établissement ou de la rupture d'une aimantation longitudinale sur l'aimantation transversale totale.* — 1° Imaginons que, dans le tube non aimanté, on établisse une aimantation transversale; cette aimantation se composera de deux parties : l'*aimantation temporaire* et l'*aimantation résiduelle* (¹). Leur somme sera l'*aimantation totale*. Cela étant, on établit une aimantation longitudinale : *on observe un accroissement subit de l'aimantation transversale totale.* J'appelle cet accroissement *aimantation transversale supplémentaire.* Si alors on rompt, puis qu'on rétablisse un nombre quelconque de fois l'aimantation longitudinale, on n'observe plus aucun phénomène nouveau (sauf une légère restriction que j'indique au § III). On supprime alors le courant qui produit l'aimantation transversale : il disparaît une aimantation transversale qui, dans toutes les expériences faites, s'est montrée très sensiblement égale à l'aimantation transversale totale; il ne reste donc que l'aimantation transversale supplémentaire. Alors il suffit d'établir l'aimantation longitudinale, si on l'avait rompue; de la rompre, si on l'avait établie, pour faire disparaître l'aimantation transversale supplémentaire.

» 2° On établit l'aimantation longitudinale, puis l'aimantation transversale totale; il suffit alors de rompre l'aimantation longitudinale pour faire apparaître l'aimantation transversale supplémentaire; cette dernière subsiste tant que l'aimantation transversale totale subsiste, et disparaît par établissement ou rupture de l'aimantation longitudinale lorsqu'on a supprimé l'aimantation totale (voir 1°).

» Ainsi, *l'aimantation transversale totale existant, il suffit d'établir ou de*

(¹) Bien que les travaux de M. Brillouin [*Déformations permanentes et thermodynamiques* (*Comptes rendus,* t. CVI)] aient montré que cette distinction n'était pas rigoureusement légitime, nous la conserverons pour faciliter l'énoncé des faits qui suivent.

rompre une aimantation longitudinale pour faire apparaître une aimantation transversale supplémentaire qui subsiste tant que l'aimantation transversale totale subsiste elle-même; celle-ci ayant disparu, il suffit d'établir ou de rompre l'aimantation longitudinale pour faire disparaître l'aimantation transversale supplémentaire.

» *Remarque.* — Si, l'aimantation supplémentaire étant établie, on supprime l'aimantation transversale totale, puis qu'on rétablisse le courant qui circule dans le tube, il ne reparaît qu'une aimantation sensiblement égale à l'aimantation transversale temporaire; si alors on établit ou rompt l'aimantation longitudinale, l'aimantation transversale revient à sa valeur primitive (aimantation totale + aimantation supplémentaire).

» Dans tout ce qui précède, il est encore probable que, en général, pour produire les phénomènes indiqués, il faut une série d'établissements ou de ruptures de l'aimantation longitudinale.

» III. *Influence d'une aimantation longitudinale temporaire sur une aimantation transversale temporaire.* — Une aimantation longitudinale temporaire et constante a semblé avoir une influence sur l'aimantation transversale temporaire : cette influence a paru être une augmentation dans le cas d'une aimantation longitudinale faible, une diminution dans le cas d'une aimantation longitudinale forte. Je n'énonce d'ailleurs aucun résultat définitif relatif à ce cas : je ferai seulement remarquer que, si, pendant que l'aimantation transversale totale existe, on établit et l'on rompt successivement l'aimantation longitudinale, on observera de légers accroissements et diminutions (ou inversement) de l'aimantation transversale : c'est la restriction indiquée plus haut.

» IV. *Réciproques.* — On peut s'attendre à ce que les réciproques des lois énoncées soient vraies, c'est-à-dire que partout on puisse remplacer l'aimantation longitudinale par l'aimantation transversale. La loi réciproque de la loi II a été très nettement constatée : l'établissement et la rupture d'une aimantation transversale peuvent, dans les mêmes circonstances que plus haut, faire apparaître une aimantation longitudinale supplémentaire. La réciproque de la loi I s'est montrée moins nettement, à cause de la faiblesse de l'aimantation transversale employée; cependant, après un grand nombre d'établissements et de ruptures de l'aimantation transversale, on a constaté une légère diminution de l'aimantation longitudinale résiduelle. Enfin, les faits réciproques du § III ont été étudiés par Wiedmann, Siemens, etc.; les résultats sont complexes, je n'y insiste pas.

Toute l'étude, purement qualitative, contenue dans les § I et II peut se résumer ainsi :

» *L'établissement ou la rupture d'une aimantation produit en toutes circonstances, sur une aimantation perpendiculaire, les effets que produisait un choc dans les mêmes circonstances.* »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les électrodes à gouttes de mercure.* Note de M. **W. Ostwald**, présentée par M. Lippmann.

« Dans le *Philos. Mag.* de 1886, j'ai publié une Note préliminaire sur l'emploi des électrodes à gouttes de mercure pour mesurer immédiatement les potentiels des électrolytes. M. J. Moser s'est servi très peu de temps après de la même méthode, mais il n'a pas, selon moi, réussi à préparer convenablement la surface de ses électrodes; cette préparation est assez difficile. En obtenant des nombres différents des miens, M. Moser [1] cherche la faute dans une erreur d'interprétation d'une formule de M. Lippmann, commise par moi.

» Si, dans cette formule

$$x = e + x_0,$$

x signifie la différence du potentiel à la petite surface de mercure, x_0 la même à la grande surface de l'électromètre capillaire et e la force compensatrice, M. Moser me reproche d'avoir négligé x_0 dans mes déterminations.

» L'expérience que j'ai faite consiste à faire varier la force extérieure e jusqu'à ce que la tension superficielle de la petite surface du mercure atteigne sa valeur maximum. Dans ce cas, d'après la théorie de M. von Helmholtz, la valeur de x devient nulle, et l'on a

$$e = -x_0.$$

» La force compensatrice est alors, au signe près, égale à la différence de potentiel entre le mercure et l'acide sulfurique dans la grande surface, c'est-à-dire égale à la différence qui s'établit dans les conditions ordinaires entre le mercure et l'acide sulfurique.

» M. Lippmann a trouvé cette valeur égale à $0^{\text{volt}},9$ environ; moi, j'ai

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 231; 1889.

trouvé $0^{volt},86$. Cet écart tient à la différence de concentration de l'acide sulfurique; celui dont M. Lippmann s'est servi était au $\frac{1}{6}$, tandis que j'ai employé un acide qui était environ au $\frac{1}{20}$.

» La différence de potentiel entre le mercure et l'acide sulfurique est donc réellement $0^{volt},86$ à $0^{volt},9$, selon la concentration de l'acide; si M. Moser a trouvé avec ses électrodes une valeur différente de $0^{volt},4$, c'est une preuve décisive que les électrodes de M. Moser ne donnent pas le vrai potentiel des électrolytes. »

CHIMIE. — *Note rectificative, concernant l'action de l'acide sulfureux sur les hyposulfites alcalins.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai décrit précédemment (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 851 et 1354), comme étant le sel de soude d'un nouvel acide oxygéné du soufre, un sel obtenu par l'action de l'acide sulfureux sur l'hyposulfite de soude, et auquel j'avais attribué la formule S^4O^8Na. J'ai reconnu depuis que je me suis trompé sur la composition de ce corps et qu'il renferme $2^{éq}$ d'hydrogène; de sorte que sa formule est $S^4O^8NaH^2 = S^4O^6Na, 2HO$, c'est-à-dire celle d'un hydrate de tétrathionate de soude.

» Cette erreur est due à ce que les deux formules correspondent à des proportions de soufre et de sodium assez voisines :

	Trouvé.	Calculé pour S^4O^8Na.	$S^4O^8NaH^2$.
S	42,11	42,38	41,83
Na	14,90	15,13	15,03

et surtout à ce fait que le sel ne perd pas son eau d'hydratation dans le vide, et ne la perd que très lentement à 100°, ce qui me l'avait fait prendre pour un sel anhydre.

» Les sels qui résultent de l'action de l'acide sulfureux sur l'hyposulfite de soude, à la température ordinaire, sont donc le trithionate et le tétrathionate de soude, formés d'après l'équation

$$2S^2O^3Na + 3SO^2 = S^4O^6Na + S^3O^6Na,$$

et l'on peut les séparer par cristallisation, le tétrathionate cristallisant en

premier. On trouvera dans les deux Notes précédentes les détails de sa préparation et sa forme cristalline.

» J'ai vérifié, en opérant avec du brome pur et exempt de chlore, que ce sel exige bien 7^{eq} de brome pour se transformer en sulfate.

» L'action de l'acide sulfureux sur l'hyposulfite de potasse donne naissance aux mêmes sels; mais c'est le trithionate qui cristallise en premier, et c'est là un procédé de préparation très facile de ce sel. Il suffit de faire passer de l'acide sulfureux dans une solution très concentrée et refroidie d'hyposulfite de potasse. Du jour au lendemain, la liqueur laisse déposer des cristaux en abondance. Ces cristaux, séparés de l'eau mère par décantation, sont redissous dans de l'eau chaude; la liqueur est filtrée et additionnée d'alcool pendant qu'elle est encore chaude : la presque totalité du trithionate cristallise à l'état anhydre par refroidissement. »

CHIMIE. — *Sur le sel de soude que l'on obtient en saturant l'acide phosphoreux par un excès d'alcali.* Note de M. L. Amat, présentée par M. Troost.

« Zimmermann a essayé de préparer le phosphite trisodique $Ph(ONa)^3$ en traitant par de l'alcool absolu une dissolution de phosphite de soude contenant un excès de soude $PhOH(ONa)^2 + 4NaOH$ (¹).

» L'alcool prit une partie de la soude et il s'en sépara une dissolution sirupeuse d'un phosphite alcalin dans lequel, pour 1^{at} de phosphore, il y avait très sensiblement 3^{at} de sodium : 1 Ph pour 2,87 Na et 1 Ph pour 3,01 Na. Zimmermann admit par suite, dans cette dissolution, qu'il ne put faire cristalliser, l'existence du phosphite $Ph(ONa)^3$.

» J'ai repris ces recherches pour obtenir ce phosphite à l'état cristallisé. J'ai préparé, pour cela, une dissolution très concentrée de phosphite de soude avec un excès de soude $PhOH(ONa)^2 + 27NaOH$ (²), en ajoutant par petites portions, afin d'éviter une élévation trop grande de température, de l'acide phosphoreux dans une dissolution de soude pure aussi concentrée et aussi peu carbonatée que possible.

(¹) *Deutsche chemische Gesellschaft,* t. VII, p. 289; 1874.

(²) Par l'emploi simultané des deux matières colorantes, la phtaléine de phénol et le méthylorange, on peut doser facilement une dissolution contenant un mélange de soude et de phosphite de soude. Pour cela, on ajoute à la dissolution *n* centimètres cubes d'acide sulfurique, de manière à arriver à la neutralité vis-à-vis de la phtaléine,

» Le liquide ainsi obtenu a été mis à évaporer dans le vide ($\frac{1}{2}$ centimètre de mercure) au-dessus de l'acide sulfurique. Au bout de quelques jours, de nombreux cristaux se sont formés; ils furent séparés de leur eau mère, d'abord en les laissant égoutter dans un entonnoir placé sous une cloche pour éviter l'acide carbonique de l'air, puis en les comprimant, au moyen d'une presse, entre des feuilles de papier filtre.

» L'analyse de ces cristaux a montré que ce n'était pas du phosphite trisodique qui s'était formé ainsi, mais simplement le phosphite disodique ordinaire $Ph(OH)(ONa)^2 + 5H^2O$.

» Voici, d'ailleurs, les résultats de cette analyse :

	Trouvé. Pour 100.	Calculé par la formule $Ph(OH)(ONa)^2+5H^2O$. Pour 100.
Perte d'eau à 125°	41,9	41,7
Soude	29,7	29,2
Phosphore	14,0	14,4
Oxygène nécessaire pour faire passer Ph^2O^3 à Ph^2O^5	6,9	7,4

» La petite différence entre les nombres trouvés et les nombres calculés s'explique facilement par la présence dans les cristaux d'une petite quantité d'eau mère. L'eau mère de ces cristaux avait à peu près la composition suivante

$$Ph(OH)(ONa)^2 + 4,7\,NaOH + 0,08\,CO^3Na^2 + 27\,H^2O.$$

» Devant ce résultat, j'ai repris les expériences de Zimmermann, et je trouve que, lorsqu'on traite par de l'alcool une dissolution de phosphite de soude contenant un excès de soude, la dissolution sirupeuse de phosphite qui se sépare de la dissolution alcoolique de soude contient du phosphite de soude $Ph(OH)(NaO)^2$, plus un excès plus ou moins grand de soude, selon la quantité d'alcool employée. Si l'on a soin de décanter la dissolution alcoolique et d'agiter le liquide sirupeux avec de l'alcool jusqu'à ce que ce

---

puis, en plus, n' centimètres cubes pour passer à la neutralité vis-à-vis du méthylorange. La composition du liquide est

$$Ph\,OH\,(ONa)^2 + \frac{n}{n'}\,NaOH.$$

Si la dissolution contient un peu de carbonate de soude, il est nécessaire de faire une petite correction; ces deux matières colorantes le permettent facilement.

dernier n'enlève plus de soude, on arrive au phosphite disodique; si l'alcool employé contient de l'eau (alcool, 95° environ), c'est une dissolution de phosphite disodique que l'on obtient ainsi; mais, si l'alcool est absolu en même temps que la soude, il enlève l'eau, et l'on obtient alors une dissolution sursaturée de phosphite disodique qui ne tarde pas, en général, à se prendre en masse en donnant du phosphite disodique cristallisé.

» Si même la dissolution de phosphite est très concentrée du premier coup, on obtient le dépôt de phosphite disodique; c'est ce qui arrive en agitant l'eau mère précédente

$$Ph(OH)(ONa)^2 + 4,7\,NaO, HO + 0,08\,CO^3, Na^2 + 29\,HO$$

avec quatre fois son volume d'alcool absolu, la sursaturation ne pouvant, dans ce cas, pas se produire par suite des cristaux de phosphite qui se trouvaient dans ce liquide.

» Si l'on admet, d'après les expériences précédentes, que le phosphite de soude le plus alcalin est le phosphite $Ph(OH)(NaO)^2$, et si l'on remarque que, par précipitation, les phosphites métalliques obtenus n'ont jamais la composition $Ph(OM')^3$, mais bien $Ph(HO)(M'O)^2$, on sera toujours conduit à regarder, avec Würtz, l'acide phosphoreux comme un acide bibasique $Ph(OH)(HO)^2$ et non comme tribasique, ainsi que semblait l'indiquer le phosphite trisodique de Zimmermann. »

CHIMIE. — *Sur la valence de l'aluminium.* Note de M. **Alphonse Combes**, présentée par M. Friedel.

« De nombreuses recherches ont été faites, dans ces dernières années, sur le poids moléculaire des composés de l'aluminium.

» MM. Nilson et Pettersson [1] ont montré qu'au delà de 440° la densité de vapeur du chlorure d'aluminium va en décroissant et se fixe à une valeur voisine de celle qu'exigerait la formule $AlCl^3$; on doit donc admettre que, au moins à température élevée, à partir de 750° environ, la molécule du chlorure d'aluminium est $AlCl^3$.

» Dans leurs belles recherches sur la densité de vapeur de ce composé, MM. Friedel et Crafts [2] ont démontré, de la manière la plus complète,

---

(1) *Zeitschrift für physik. Chemie*, t. I, p. 459.
(2) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1764.

qu'entre 218° et 400° la molécule du chlorure d'aluminium $[AlCl^3]^2$, mais qu'à plus haute température elle se scinde probablement en $2AlCl^3$.

» Reprenant l'étude des composés organiques connus de l'aluminium, MM. Roux et Louïse ([1]) ont cru pouvoir conclure de leurs expériences que la formule $AlCl^3$ n'est en aucun cas admissible. Ils ont en effet trouvé que les densités de vapeur de l'aluminium méthyle et de l'aluminium éthyle sont, à des températures voisines de leurs points d'ébullition, sensiblement d'accord avec la formule $[AlR^3]^2$; mais ces densités vont en décroissant par suite de la décomposition que la chaleur fait subir à ces composés; on ne peut par suite vérifier si la densité de vapeur garde la même valeur pendant un espace de température assez considérable; ce qui diminue la valeur des nombres trouvés par eux.

» En appliquant la méthode cryoscopique, ces auteurs sont arrivés à des résultats analogues; mais ici les écarts sont beaucoup plus considérables et les expériences, peut-être, il est vrai, en raison des difficultés spéciales qu'elles présentent, conduiraient plutôt à la formule $[AlR^3]^3$ qu'à $[AlR^3]^2$ pour plusieurs des composés examinés; l'ignorance où nous sommes de l'état d'agrégation moléculaire des corps à l'état liquide ne nous autorise pas à refuser à la molécule chimique la valeur AlR^3 en s'appuyant sur ces seules données.

» La question de la tri- ou de la quadrivalence de l'aluminium restait donc irrésolue, et je me suis proposé d'apporter des arguments nouveaux en étudiant un nouveau composé : l'acétylacétonate d'aluminium

$$[Al(C^5H^7O^2)^3]^n.$$

» Cette substance parfaitement purifiée est un solide blanc fusible à 193°-194°, distillant à 314°-315° (corrigé) sans aucune décomposition; elle a donné à l'analyse les nombres suivants :

Matière employée...............	1gr,1000
Albumine......................	0gr,1738

» Soit en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $[Al(C^5H^7O^2)^3]^n$.
Al..................	8,43	8,46

» J'en ai pris la densité de vapeur, par la méthode de V. Meyer, dans

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 73 et 602.

l'azote pur et sec à la température d'ébullition du mercure ; la substance fondue en petits cylindres était introduite sans ampoule dans l'appareil à densité de vapeur. Voici deux déterminations consécutives :

Poids de la matière.	Volume gazeux recueilli.	Température de la cuve à eau.	Hauteur barométrique réduite à 0°.	Tension de la vapeur d'eau.	Densité trouvée.	Densité calculée.	Poids moléculaire trouvé.	Poids moléculaire calculé pour $Al[C^5H^7O^2]^3$.
0gr,2105	15cc,2	14°,5	771mm,5	12mm,3	11,27	11,236	325,5	324,5
0gr,1798	13cc,1	15°	770mm,9	12mm,7	11,23		324,2	

» La volatilisation se fait d'une manière très régulière et le dégagement gazeux s'arrête nettement ; l'appareil maintenu ensuite dans la vapeur du mercure bouillant ne laisse dégager aucune bulle gazeuse ; il n'y a donc pas de décomposition ; d'ailleurs, après refroidissement, on retrouve sa substance cristallisée, parfaitement incolore et entièrement soluble dans l'alcool.

» Il résulte de ces expériences que l'acétylacétonate d'aluminium n'est nullement altéré à la température de 360° dans une atmosphère d'azote et que sa densité de vapeur à cette température, supérieure de 45° seulement à son point d'ébullition, correspond à la formule $Al(C^5H^7O^2)^3$ et non $Al^2(C^5H^7O^2)^6$.

» De ces faits on peut conclure que l'aluminium peut fournir des composés du type AlR^3, à des températures relativement basses, et, par conséquent, qu'on doit le considérer comme trivalent.

» Faut-il rejeter dans tous les cas la formule Al^2R^6? Au point de vue chimique, nous pensons que oui ; un seul composé, le chlorure d'aluminium possède nettement une densité de vapeur correspondant à la formule $[AlR^3]^2$; mais, si on le chauffe, sa molécule se scinde en deux plus simples $AlCl^3$, sans décomposition, comme l'ont fait voir MM. Friedel et Crafts [1].

» Si donc des composés de l'aluminium peuvent, à des températures plus ou moins basses, présenter un groupement moléculaire plus ou moins complexe, il n'en reste pas moins établi que la molécule AlR^3 peut exister à l'état de liberté, et même que dans le cas de l'acétylacétonate d'aluminium à l'état de vapeur la molécule double n'existe pas. Nous pensons donc qu'au point de vue chimique il y a lieu d'adopter la formule AlR^3 et

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 301.

la trivalence de l'aluminium, comme permettant de représenter tous les composés de l'aluminium actuellement connus et étant l'hypothèse la plus simple que l'on puisse faire. Il paraît donc légitime d'admettre exclusivement la trivalence de l'aluminium jusqu'à ce que de nouveaux faits d'ordre purement chimique, tels que la préparation de composés de la forme Al^2R^5R', viennent s'ajouter aux faits déjà connus.

» Il n'est pas inutile de faire remarquer que la trivalence de l'aluminium est d'accord avec les analogies chimiques qui le rapprochent de l'indium et d'autres éléments trivalents.

» Il serait intéressant de vérifier si le gallium, qui se place entre l'aluminium et l'indium, et dont le chlorure paraît à haute température être $GaCl^3$, donnerait les mêmes résultats [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison de la mannite avec les aldéhydes de la série grasse. Acétal éthylique.* Note de M. **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« La mannite en solution acide se combine à l'aldéhyde benzoïque pour donner un acétal, produit cristallisé bien défini. Après avoir observé cette réaction avec une aldéhyde de la *série aromatique*, il était intéressant de l'étendre aux aldéhydes de la *série grasse*.

» I. L'acétal éthylique de la mannite se prépare avec la plus grande facilité des deux manières :

» 1° On fait arriver l'aldéhyde éthylique sous forme gazeuse dans une dissolution chlorhydrique ou sulfurique de mannite. L'aldéhyde est absorbée intégralement par la solution mannitique, alors même qu'elle se trouve mélangée à une certaine quantité de gaz étrangers. Peut-être y aurait-il là le principe d'un dosage de cette aldéhyde?

» 2° La combinaison a lieu non seulement avec l'aldéhyde proprement dite, mais elle s'obtient aussi bien avec l'aldéhyde polymérisée, la paraldéhyde. On agite la solution acide de la mannite dans laquelle on a versé de la paraldéhyde et en peu d'instants la liqueur se prend en une masse solide blanche et formée de petites aiguilles soyeuses. La netteté de cette réaction a permis à MM. Vincent et Delachanal d'en tirer un caractère

(1) Travail fait au Laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

distinctif de la mannite et de la sorbite, au cours d'un travail important qu'ils viennent de faire connaître à l'Académie ([1]).

» II. Le composé obtenu par ces deux procédés est exactement le même. Il possède des propriétés physiques remarquables. Quand il a été débarrassé de l'acide ayant servi à sa préparation, il se présente sous la forme d'une masse parfaitement blanche, avec un reflet légèrement bleuté. Cette masse est composée de fines aiguilles fondant à 174°, quand on les chauffe rapidement, mais qui se subliment d'une manière très sensible quand on les maintient à une température supérieure à 80°. Entre 100° et 110°, la sublimation est rapide, et la matière se condense sous la forme de longues aiguilles flexibles. Une très faible partie est décomposée dans cette opération. Ce composé est insoluble dans l'eau froide, mais assez soluble dans l'eau chaude qui, vers 95°, en dissoudrait $\frac{1}{100}$ environ; il se dépose par refroidissement de sa solution aqueuse sous forme d'aiguilles. Il est peu soluble dans l'alcool froid, mais très soluble dans l'alcool bouillant; la dissolution alcoolique, abandonnée à elle-même, laisse déposer après quelque temps d'assez beaux cristaux.

» III. Si on le maintient en suspension dans l'eau contenant $\frac{1}{50}$ d'acide sulfurique, et dans laquelle on fait arriver un courant de vapeur, il est décomposé et de la mannite est régénérée.

» Quand on le chauffe avec de l'eau contenant une plus forte proportion d'acide, la décomposition a lieu avant que la température d'ébullition soit atteinte, de la mannite est régénérée en proportion d'autant plus grande que la décomposition s'est effectuée à température plus basse et avec une solution moins acide; il se forme en même temps des produits de décomposition différents dont je n'ai pas achevé l'étude.

» IV. C'est une combinaison molécule à molécule de mannite et de paraldéhyde, avec élimination consécutive de trois molécules d'eau de la mannite; son mode de formation et son étude sont donc intéressants au point de vue de la constitution des acétals que je viens de faire connaître.

» On remarquera que les conditions où l'on se place pour l'obtenir avec l'aldéhyde gazeuse sont celles où cette aldéhyde se transforme en paraldéhyde.

» V. Quand on agite une solution acide de mannite avec un mélange à parties égales d'aldéhyde éthylique et d'aldéhyde benzoïque, c'est

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 354 (18 février 1889).

l'acétal éthylique qui se forme d'abord. Je n'ai pas obtenu, comme j'avais pensé l'obtenir, un acétal résultant de la combinaison simultanée des deux aldéhydes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux ethers neutres et acides des camphols.* Note de M. A. **Haller**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note présentée à l'Académie ([1]), j'ai fait voir que certains dérivés du camphre racémique possédent des solubilités et des points de fusion différents de ceux des dérivés actifs correspondants. Dans le but de trouver la loi qui régit ces sortes de phénomènes déjà observés avec d'autres corps, j'ai commencé à préparer un certain nombre d'éthers des camphols droit et gauche et j'ai comparé leurs propriétés. La préparation de ces composés m'a, en outre, permis de trouver un procédé plus facile pour la séparation du camphre et du camphol, procédé qui a trouvé son application pour l'étude du bornéol de romarin.

» *Succinates neutres et acide de bornéols.* — 20^{gr} de bornéol droit ou gauche ont été additionnés de la quantité théorique d'acide succinique, et le mélange a été chauffé dans des matras, à 130°-140°, pendant trois jours. Après ce traitement, la matière se présentait sous la forme d'une masse visqueuse, sur laquelle nageait un peu d'eau. On a traité le tout par de l'éther, qui n'a laissé que de petites quantités de cristaux constitués par de l'acide succinique. La solution éthérée tient en dissolution du succinate neutre, du succinate acide et du bornéol non éthérifié. On l'agite avec du carbonate de soude, qui dissout le succinate acide, et l'on sépare les liqueurs. Par évaporation de l'éther, on obtient une masse confusément cristalline, qu'on dessèche et qu'on chauffe ensuite dans un ballon au bain-marie pour sublimer le bornéol non entré en réaction. Il reste finalement une masse visqueuse qu'on fait cristalliser dans l'alcool.

» Quant à la liqueur alcaline de lavage, on la traite par un acide, pour décomposer le camphosuccinate de soude, et l'on agite avec de l'éther, qui dissout le succinate acide de camphol.

» L'opération qui précède a été faite avec du bornéol du *Dryobalanops aromatica*, du bornéol de valériane et avec du camphol obtenu artificiellement. Les pouvoirs rotatoires de ces différents corps étaient respectivement

$$(\alpha)_D = +37,33, \qquad (\alpha)_D = -37,77 \qquad \text{et} \qquad (\alpha)_D = +10^\circ.$$

» *Succinates neutres droit et gauche* $\left\{\begin{array}{l} CH^2.CO^2C^{10}H^{17} \\ CH^2.CO^2C^{10}H^{17} \end{array}\right\}$. — Ces succinates sont

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CV, p. 66.

très solubles dans la benzine, l'éther de pétrole, l'éther acétique, l'éther, moins dans l'alcool et dans l'esprit-de-bois. Les solutions alcooliques le laissent déposer sous la forme de cristaux en feuilles de fougères, ou de prismes, tandis que dans l'esprit-de-bois il cristallise en tables hexagonales, présentant beaucoup d'analogie avec celles du bornéol lui-même.

» *Succinate neutre racémique.* — Obtenu en mélangeant parties égales de droit et de gauche, ce composé cristallise en tables disposées en croix, solubles dans les mêmes dissolvants que les composants.

» *Succinates acides droit et gauche* $\left\{ \begin{array}{l} CH^2.CO^2C^{10}H^{17} \\ | \\ CH^2.CO^2H \end{array} \right\}$. — La solution éthérée de ces succinates les abandonne sous la forme d'une masse blanche, à cristallisation radiée, onctueuse au toucher et se dissolvant dans l'alcool, l'esprit-de-bois, la benzine, l'éther et les carbonates de soude et de potasse. Leurs solutions alcalines se décomposent à l'ébullition, en bornéol et succinate alcalin.

» *Succinate acide racémique.* — Ce composé, obtenu par mélange, présente le même aspect et se dissout dans les mêmes solvants que les succinates actifs.

» Nous réunissons sous forme de Tableau les points de fusion (corr.) et les pouvoirs rotatoires moléculaires (une molécule par litre de dissolvant) de tous les corps décrits :

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Succinate neutre de camphol droit.......	83°,7	$(\alpha)_D = +42,05$
» » gauche.....	83,7	$(\alpha)_D = -42,39$
» » racémique..	82,28	0
Succinate acide de camphol droit.......	58	$(\alpha)_D = +35,59$
» » gauche.....	50	$(\alpha)_D = -35,94$
» » racémique..	56,50	0

» D'après ce qui précède, on voit que le point de fusion des dérivés racémiques est sensiblement le même que celui des corps actifs. Nous verrons qu'il n'en est plus de même des phtalates. Pour nous assurer que le pouvoir rotatoire du bornéol n'a pas changé pendant l'éthérification, nous avons saponifié le succinate de camphol gauche et repris le pouvoir rotatoire de ce camphol. Nous avons trouvé $(\alpha)_D = -37,87$, valeur qui ne s'écarte guère de 37,77, qui représente le pouvoir rotatoire du corps primitif.

» *Succinates neutre et acide du camphol artificiel.* — Le bornéol employé $[(\alpha)_D = +10°]$ était constitué par un mélange de droit stable et de gauche instable.

» L'éthérification a été opérée dans les mêmes conditions et les produits ont été isolés de la même manière. Dans le but de séparer le succinate droit du succinate gauche

instable, on a fractionné les cristallisations. On a obtenu ainsi quatre produits dont les points de fusion et les pouvoirs rotatoires vont en décroissant.

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Succinate neutre. Première cristallisation..	73°,47	$(\alpha)_D = +13,50$
» » Deuxième » ..	67,37	$= +6,84$
» » Troisième » ..	67,33	$= +3,93$
» » Quatrième » ..	60,32	$= +8,20$
Succinate acide........................	41,5	$= +10,76$

» Ces résultats montrent : 1° qu'on peut, par des cristallisations répétées et fractionnées, opérer la séparation du succinate gauche instable du succinate droit stable; 2° que le point de fusion de ces mélanges est inférieur au point de fusion du droit stable. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« L'Allemagne produit, chaque année, 4 000 000 d'hectolitres d'alcool, et c'est sur la saccharification de la pomme de terre que les trois quarts de cette production reposent.

» En France, la situation de la distillerie est différente; pour produire les 2 000 000 d'hectolitres que nos statistiques officielles accusent, celle-ci, aujourd'hui que les vins, cidres, etc., ne produisent plus que 100 000 hectolitres, doit importer de l'étranger plus de 2 500 000 quintaux de grains et surtout de maïs, détourner de nos sucreries 200 000 tonnes de betteraves, enlever enfin à la sucraterie 150 000 tonnes de mélasses.

» Cette différence profonde dans l'allure de deux industries dont le but (production d'alcool et de drêches) est identique, s'explique par la différence du rendement agricole et de la qualité de la pomme de terre, dans l'un et l'autre pays.

» Dans certaines parties de l'Allemagne, la culture de cette plante a été l'objet d'études approfondies, et dont les effets ont été tels que les rendements de 20 000^{kg} et 25 000^{kg} à l'hectare, avec des richesses de 17 à 18 pour 100 de fécule anhydre, y sont considérés comme normaux.

» En France, nous sommes loin de semblables récoltes; c'est exceptionnellement que nos rendements dépassent 10 000^{kg} à 11 000 à l'hectare, avec des richesses de 14 à 15 pour 100. L'infériorité de ces rendements ne saurait être attribuée ni au sol ni au climat; l'état arriéré de la culture de la pomme de terre en est seul responsable.

» L'amélioration de cet état constitue, au point de vue de la production de la matière alcoolisable par notre agriculture, un problème d'un haut intérêt, et c'est par la considération de cet intérêt que j'ai été conduit à entreprendre et à poursuivre, pendant quatre années, de 1885 à 1888, les recherches dont je résume ici les prémices.

» Les résultats auxquels la culture doit atteindre, si elle veut présenter ses pommes de terre en concurrence avec quelques-uns des produits que la distillerie française emploie, par exemple avec les maïs étrangers, peuvent être précisés à l'avance.

» Pour obtenir (à l'état de flegmes) un hectolitre d'alcool à 100°, la distillerie demande : d'un côté, 310^{kg} à 315^{kg} de maïs à 63-65 pour 100 d'amidon; d'un autre, 900^{kg} à 1000^{kg} de pommes de terre à 17-16 pour 100 de fécule. A l'une et à l'autre de ces matières premières appartient naturellement une même valeur; celle-ci, aux cours moyens du maïs (13^{fr} les 100^{kg}), est de 40^{fr} à 41^{fr}; d'où, pour la pomme de terre alcoolisable, une valeur, dans le premier cas de 45^{fr} la tonne, dans le second de 40^{fr}, valeur que l'infériorité des drêches doit abaisser à 35^{fr} ou 40^{fr}.

» Si à la qualité se joint alors un rendement élevé, la culture devient franchement rémunératrice; une récolte de 20000^{kg} à 25000^{kg} assure au cultivateur une recette de 800^{fr} environ à l'hectare.

» Ces conditions de rendement et de richesse, on les peut exprimer plus simplement en calculant que, pour réaliser cette recette, la culture doit, par hectare, produire 4000^{kg} de fécule anhydre.

» Pour reconnaître si une production aussi élevée peut être, dans notre pays, le fruit d'une culture régulière, je me suis d'abord, et avant toute étude théorique, placé au point de vue de la pratique.

» Dans deux terrains très différents, choisis l'un sur la ferme de la Faisanderie, à Joinville-le-Pont (Seine), l'autre sur le domaine de Clichy-sous Bois (Seine-et-Oise), le premier relativement pauvre, le second riche au contraire, j'ai, en 1886, 1887 et 1888, soumis à une culture rationnelle de nombreuses variétés de pommes de terre, signalées comme propres aux travaux industriels, et provenant les unes de Saxe, les autres des Vosges et de l'Oise.

» A mes essais de culture, j'ai, suivant une marche prudente, donné une étendue progressivement croissante d'année en année; en 1886, les parcelles d'essai ne mesuraient que $1^{a},20$; en 1887, c'est à 5^{a} que j'ai porté leur superficie, et en 1888, enfin, me plaçant dans les conditions de la grande culture, j'ai donné à l'une d'elles une étendue de 1^{ha}, tandis que d'autres mesuraient 18^{a}, 15^{a}, 4^{a}, etc.

» Je ne saurais, dans ce court résumé, détailler les nombreux résultats que m'ont fournis ces trois campagnes; on les trouvera dans mon Mémoire complet, et je me contenterai de donner ici ceux qui se rapportent à l'année 1888 :

Variétés.	Surfaces cultivées.	Poids récolté.	Teneur en fécule anhydre.	Rendement à l'hectare en tubercules.	Rendement à l'hectare en fécule anhydre.
Joinville-le-Pont.					
	ares	kg		kg	kg
Richter's Imperator.	2	1759	18,4	44000	8096
Id	100	33185	17,6	33185	5808
Id	2	627	17,7	31350	5361
Red Skinned	2	580	17,4	29000	5046
Magnum bonum	2	592	16,3	29600	4825
Gelbe rose	2	584	16,1	29200	4700
Aurora	2	636	14,7	31800	4675
Red Skinned	2	633	14,5	31650	4589
Alcool.............	2	476	17,4	23800	4141
Jeuxey	2	524	15,8	26190	4138
Idaho	2	521	15,8	26050	4116
Magnum bonum	18	5464	16,3	24800	4042
Kornblum	4	952	16,3	23800	3879
Canada...........	2	514	14,9	25700	3839
Eos	4	938	16,3	23500	3830
Gelbe rose	15	3460	16,4	23050	3780
Aurélie.	4	847	16,6	21200	3519
Infaillible.........	2	449	15,6	22450	3502
Fleur de pêcher.....	2	441	15,8	22050	3486
Daberche	2	427	16,1	21350	3437
Jeuxey	15	3332	15,3	22200	3396
Rose de Lippe......	2	451	14,9	22550	3359
Van der Weer	2	465	14,0	23250	3255
Boursier..........	2	410	15,8	20500	3239
Chardon	2	430	14,0	21500	3010
Total........	200	58697			
Clichy-sous-Bois.					
Richter's Imperator.	2,50	1026	19,5	41072	8000
Red Skinned	2,50	909	18,9	36380	6975
Jeuxey	2,50	826	18,1	33028	5981
Gelbe rose	2,50	676	18,1	27040	4898
Total........	10,00	3437			

» L'enseignement que portent avec eux ces résultats est décisif. L'année

1888 a été mauvaise pour la récolte des pommes de terre, et cependant, en opérant sur des plants variés, j'ai pu, à Joinville, et comme produit de 2 hectares, passer à la bascule 58697^{kg} de tubercules, et sur 1 hectare récolter plus de 33000^{kg} de *Richter's Imperator*, riche à près de 18 pour 100 de fécule; sur vingt-neuf essais de culture, seize ont fourni plus de 4000^{kg} de fécule anhydre à l'hectare et satisfont, par conséquent, aux conditions de rendement que j'ai précédemment énoncées.

» Ces résultats, venant s'ajouter aux résultats tout semblables que, malgré des différences marquées dans les conditions météorologiques, m'avaient donnés les campagnes de 1886 et 1887, apportent à la solution du problème que je m'étais proposé un caractère très net de généralité; les uns et les autres établissent, je crois, sans conteste la possibilité d'obtenir normalement, en France, des rendements élevés en tubercules riches; j'indiquerai bientôt les conditions culturales qui assurent ces rendements. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du mécanisme de la mort des lapins transfusés avec le sang de chien*. Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Charcot.

« Je poursuivais des recherches sur les effets des transfusions sanguines entre animaux d'espèce différente, lorsque les récentes observations de MM. J. Héricourt et Ch. Richet ([1]) ont attiré mon attention sur la faible résistance qu'opposent les lapins aux injections de sang de chien.

» En examinant la manière dont meurent les animaux ainsi transfusés, j'ai observé des faits qui m'ont permis de compléter l'étude des lésions produites par les transfusions de sang étranger. Ces nouvelles observations me paraissent présenter un certain intérêt, au point de vue de l'histoire des concrétions sanguines intra-vasculaires dont je me suis déjà plusieurs fois occupé dans de précédentes Communications.

» I. Ainsi que l'ont vu MM. J. Héricourt et Ch. Richet, lorsqu'on injecte directement dans les vaisseaux du lapin une petite quantité de sang de chien, l'animal transfusé ne tarde pas à succomber. Que l'on emploie du sang complet ou du sang défibriné, le résultat est le même. Le sérum possède également les mêmes propriétés nocives.

» Relativement à leur puissance toxique, ces trois liquides semblent pouvoir être placés dans l'ordre suivant, en allant du plus actif au moins

---

([1]) *Comptes rendus*, 5 novembre 1888.

actif : sang défibriné, sang complet, sérum. Mais, comme les différences dans l'intensité des effets sont peu accusées, il faudrait multiplier encore les expériences pour pouvoir fixer ce point d'une manière rigoureuse, d'autant que la résistance des animaux pour un même liquide varie dans une certaine mesure. Quoi qu'il en soit, il suffit d'une dose de 5^{cc} à 7^{cc} de sang défibriné de chien par kilogramme de lapin pour entraîner la mort rapide des animaux mis en expérience.

» II. Quel que soit le liquide employé (sang complet, sang défibriné, sérum), les lapins frappés à mort présentent tous les mêmes phénomènes. Au bout d'une à deux minutes, ils se mettent en boule, poils hérissés; puis, ils s'étendent à plat ventre en même temps qu'ils sont pris de dyspnée. Bientôt, la dyspnée, devenue extrême, s'accompagne de cyanose, et les animaux sont pris de convulsions asphyxiques terminales avec dilatation pupillaire. Toute cette scène morbide se déroule en cinq à quinze minutes.

» Chez les animaux qui résistent par suite de l'insuffisance de la dose, on observe simplement de la dyspnée avec ou sans extension des pattes. Quelques-uns d'entre eux rendent plus tard une urine rouge, renfermant des hématies et surtout de l'hémoglobine dissoute. D'autres sont pris simplement de polyurie et excrètent une urine contenant parfois pendant un ou deux jours des pigments biliaires et de l'urobiline ou seulement de l'urobiline.

» III. L'autopsie des animaux, faite immédiatement après la mort, permet de constater, dans tous les cas sans exception, une distension des cavités droites du cœur par du sang coagulé. Ces concrétions par précipitation massive sont entièrement cruoriques et remplissent exactement l'oreillette et le ventricule. Elles se prolongent également, dans tous les cas, dans l'artère pulmonaire et ses premières grosses divisions. Chez quelques animaux, on trouve, en outre, des thromboses plus ou moins volumineuses et étendues dans les veines caves et parfois aussi dans la veine-porte. Les poumons sont exsangues; dans quelques cas, ils contiennent de petits infarctus. Le cœur gauche est vide; on peut y trouver cependant un très petit caillot rouge, n'oblitérant qu'une faible partie de sa cavité.

» La constance de ces résultats permet d'affirmer que la mort par asphyxie est la conséquence de l'arrêt du sang dans le cœur droit. Les animaux meurent comme si on leur avait jeté une ligature sur l'artère pulmonaire.

» IV. Quelle est la cause de ce genre particulier de coagulation?

» On sait, depuis les observations faites par Landois, que les hématies du lapin se dissolvent rapidement dans le sérum du chien. Cette action des-

tructive est d'une remarquable intensité; il suffit d'examiner au microscope une gouttelette de sang de lapin dans du sérum pur de chien pour voir que dans ce mélange les hématies du lapin disparaissent presque instantanément. Elles perdent leur hémoglobine beaucoup plus rapidement et plus complètement que dans l'eau distillée. Les globules rouges du chien sont plus résistants : ils ne se dissolvent qu'avec lenteur dans le sérum du lapin.

» Dans l'action réciproque des deux sangs l'un sur l'autre, les effets produits par le sang de chien sont donc de beaucoup ceux qui prédominent. Aussi le sérum du chien est-il à peu près aussi nocif que le sang complet ou défibriné.

» Ces observations établissent que la transfusion du sang de chien au lapin a pour conséquence une destruction massive de globules rouges et la mise en liberté, dans le sang du transfusé, d'une quantité d'hémoglobine proportionnelle à la dose du sang injecté.

» Or, Naunyn a démontré, en 1873, que le lapin peut succomber rapidement par formation de thromboses massives lorsqu'on lui injecte dans les vaisseaux du sang dissous ou même une dissolution d'hémoglobine cristallisée.

» Les expériences qui viennent d'être rapportées prouvent que le même résultat peut être obtenu, peut-être même avec plus de régularité et de constance, à l'aide de la transfusion d'un sang ou d'un sérum étranger, exerçant une action dissolvante extrêmement intense sur les hématies du sang du transfusé.

» Dans ces dernières années, Wooldridge a pu produire chez le lapin des thromboses veineuses en injectant dans les vaisseaux de cet animal une solution d'une matière albuminoïde qu'il retire particulièrement du thymus du veau et qu'il désigne sous le nom de *fibrinogène des tissus*.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut donc dire que les globules rouges du sang, ainsi que les éléments anatomiques de divers organes, renferment des matières albuminoïdes impures, ayant la propriété de provoquer la prise en masse du sang vivant. Il est remarquable que dans les transfusions faites avec le sang de chien l'action coagulatrice s'exerce d'une manière toute spéciale au niveau des cavités droites du cœur.

» V. En rapprochant ces expériences de celles qui font l'objet de notre précédente Communication (*Comptes rendus*, 15 octobre 1888), on voit que les transfusions de sang et de sérum étrangers peuvent donner naissance, suivant les espèces animales utilisées, aux deux variétés de concré-

tions sanguines intra-vasculaires auxquelles nous avons donné le nom de *concrétions par précipitation :* les grumeleuses produisant des embolies et des infarctus hémorragiques; les massives ou thrombosiques, capables, en arrêtant la circulation cardiaque, de déterminer rapidement la mort par asphyxie.

» Tous ces faits me paraissent intéressants au point de vue de la Pathologie; car les effets multiples et variables résultant du mélange de deux sangs d'espèce différente se produisent en somme uniquement sous l'influence de matières provenant d'organismes vivants très voisins les uns des autres. En tout cas, ce sont presque les seuls, quant à présent, qui puissent jeter un certain jour sur la pathogénie des tromboses et des embolies d'origine dyscrasique. »

PÉTROGRAPHIE. — *La porphyrite de Cavenac.* Note de MM. **P. de Rouville** et **Auguste Delage**, présentée par M. Fouqué.

« Au sud et à 5km environ de Saint-Pons, on trouve, au milieu des terrains paléozoïques, une roche éruptive qui affleure en deux points. Les deux affleurements, distants d'à peu près 2km, sont sensiblement dans le prolongement l'un de l'autre, offrent une même direction nord-sud, avec une légère déviation à l'ouest, et appartiennent sans aucun doute au même dyke. Ils sont situés, l'un au hameau de Cavenac, l'autre à la petite ferme de la Bourriette.

» A Cavenac, le dyke est tout entier dans le calcaire dolomitique dévonien; à la Bourriette, il se montre à la fois dans le même calcaire et dans des schistes siluriens sous-jacents. Partout, il forme au-dessus du sol une arête vive, peu élevée et dont l'épaisseur moyenne ne semble guère dépasser 3m; c'est comme un long mur vertical et étroit, coupant nettement les strates des terrains encaissants, légèrement inclinés au sud-est.

» A première vue, la roche éruptive se fait remarquer par l'hétérogénéité très accusée de sa structure; tantôt, en effet, elle est essentiellement microlithique, tantôt elle offre toutes les apparences d'une roche granitoïde; si bien que des échantillons isolés et convenablement choisis laisseraient croire à la coexistence dans le dyke de deux roches bien distinctes.

» Les préparations microscopiques que nous avons tirées des parties microlithiques montrent nettement qu'on a affaire à une porphyrite andé-

sitique amphibolique très quartzifère, dont la composition est la suivante :

» Fer oxydulé en petite quantité, apatite abondante en aiguilles fines très allongées, sphène, feldspath très altéré, rarement maclé, offrant cependant quelquefois les bandes de la macle de l'albite, à extinctions sensiblement longitudinales, allongé sous forme de microlithes; amphibole brune à formes propres bien accentuées, maclée fréquemment suivant h^1, s'éteignant en g^1 sous un angle de 17°, polychroïque dans les tons bruns.

» A cause de l'intensité de ses phénomènes d'altération, le feldspath ne se prête pas à une détermination rigoureuse, peut-être l'orthose entre-t-il pour une bonne part dans la composition de la roche, qui dès lors se rapprocherait des orthophyrites.

» Dans les intervalles des éléments essentiels de la roche ou les épigénisant, nous trouvons les éléments secondaires suivants : quartz granulitique, calcite, épidote, chlorite, hématite, limonite, damourite dans le feldspath.

» Le rôle principal de ces produits secondaires a été d'épigéniser totalement la pâte amorphe primitive, dont il ne reste plus trace.

» Les préparations tirées des parties où la roche se montre granitoïde indiquent une composition identique à celle qui précède, mais avec cette différence toutefois, que les minéraux essentiels y ont pris un développement considérable, ce qui a diminué d'autant le magma primitivement amorphe et par conséquent la quantité des produits secondaires compris entre les éléments essentiels; de sorte que la roche offre une tendance très marquée à se transformer en diorite, à tel point même parfois qu'elle laisse difficilement deviner son origine porphyritique.

» Ainsi, dans la roche dioritique et dans la roche porphyritique, les éléments essentiels sont identiques au point de vue du faciès minéralogique et de la structure. Ils n'offrent dans chacune des deux roches qu'un stade de consolidation nettement distinct et sont remarquablement individualisés. L'amphibole est primordiale, il n'y a nulle trace de phénomène d'ouralitisation. Enfin, des exemples d'ophitisme assez fréquents montrent que dans l'un et l'autre cas la cristallisation du feldspath a débuté avant celle de l'amphibole.

» En France, le même fait de passage à des roches granitoïdes a été observé sur des roches analogues dans le Beaujolais, et M. A. Lacroix l'a également constaté dans le Lyonnais,

» Un examen attentif du dyke permet de reconnaître qu'il n'existe pas

de limite saisissable entre les structures de notre porphyrite, et qu'il y a au contraire passage insensible de l'une à l'autre. Cependant la structure microlithique se montre de préférence, pour ne pas dire exclusivement, sur les bords du dyke, c'est-à-dire à son contact direct avec le terrain sédimentaire encaissant, et elle n'y occupe guère jamais plus de 15^{cm} à 20^{cm} d'épaisseur. Le reste du dyke, par conséquent la presque totalité de sa masse, est constitué par la roche à gros éléments, lesquels sont d'autant plus volumineux qu'ils sont plus au centre du dyke.

» Il nous paraît que ces différences doivent être rapportées aux variations de température qui ont dû se manifester dans les diverses parties du dyke pendant sa consolidation. Les parties les plus rapprochées du terrain encaissant, s'étant refroidies plus vite, ont été le siège d'une consolidation rapide où les cristaux, moins développés, ont laissé la place à une matière amorphe plus abondante, tandis que le contraire a eu lieu dans la partie centrale du dyke.

» En dépit du soin minutieux avec lequel nous avons observé le contact de la roche éruptive avec la roche sédimentaire encaissante, il nous a été impossible d'y découvrir la plus légère trace de métamorphisme.

» Enfin, en ce qui concerne l'âge de notre porphyrite, nous ne pouvons le donner que comme post-dévonien; la roche n'étant, en effet, en relation avec aucun autre sédiment plus récent que le calcaire dévonien, il n'est pas possible de préciser davantage. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur quelques roches porphyriques du Forez.* Note de M. U. **Le Verrier**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai l'honneur de signaler quelques roches spéciales ou anomales qui, dans le Forez, sont associées aux porphyres quartzifères :

» 1° *Orthophyrites quartzifères.* — Je désigne sous ce nom des microgranulites relativement basiques. Elles diffèrent des porphyres véritables par l'absence ou la rareté du quartz dans les éléments de première consolidation, et des porphyrites par la structure microgranulitique de la pâte, qui est toujours plus ou moins quartzifère.

» Les cristaux anciens sont : 1° de grands feldspaths, parmi lesquels on peut reconnaître l'oligoclase, parfois le labrador, et un orthose sodique; 2° des piles de mica (souvent transformé en chlorite); 3° dans certains gisements (à Saint-Just-en-Chevalet, à Saint-Alban), le pyroxène plus ou

moins ouralitisé. L'ordre d'ancienneté de ces cristaux est inverse de celui dans lequel je les ai énumérés : le pyroxène, quand il existe, paraît le premier consolidé.

» La pâte est variable, on peut distinguer : le type feldspathique (carrières de Boën), où la pâte est une véritable microgranulite; le type micacé (filons sur le plateau au nord de Boën), où la pâte est euritique, parfois globulaire, criblée de lamelles de mica de seconde consolidation; le type syénitique (Saint-Just, Saint-Alban), où se rencontrent des cristaux de pyroxène et où la pâte a une structure en partie microlithique; ces dernières variétés sont en outre remplies de grains d'épidote développés surtout sur le mica.

» Quand le quartz apparaît parmi les cristaux de première consolidation, il est presque toujours rongé; lorsqu'il se multiplie, la roche se rapproche de plus en plus des vraies microgranulites, dont il n'est pas toujours possible de la séparer.

» Ces roches percent le culm à Saint-Alban; elles sont associées partout à de vrais porphyres, mais forment des masses à part, situées au-dessous des grands épanchements porphyriques. Elles semblent appartenir au début des éruptions microgranulitiques, dont elles seraient un facies particulier. Elles constituent une partie du porphyre granitoïde de Gruner; c'est donc avec raison que ce savant a considéré son porphyre granitoïde comme plus ancien que le porphyre quartzifère, mais la différence d'âge ne paraît pas aussi tranchée qu'il l'a cru.

» Elles sont identiques à certains porphyres des Vosges (Rochesson, Giromagny) et aussi aux microgranulites à pyroxène de Saxe. Ces dernières, rapportées au permien, pourraient jouer vis-à-vis du porphyre pétrosiliceux le même rôle que celles du Forez vis-à-vis de la microgranulite.

» 2° *Microgranulites bréchoïdes*. — Presque toutes les grandes masses de microgranulites présentent à leur base des variétés qui, vues à l'œil nu, ont une structure presque granitoïde. On voit, au microscope, que ce sont de vraies microgranulites, mais très chargées en cristaux ou en débris anciens; on peut distinguer des fragments d'orthose qui sont identiques à ceux du granite et ont dû être arrachés à cette roche. On voit aussi que le mica est polysynthétique, c'est-à-dire composé d'amas de petites lamelles diversement orientées, et non de piles régulières comme dans les roches normales. Près de Saint-Romain, on trouve des porphyres criblés de débris de schistes reconnaissables à l'œil nu, et j'ai pu constater que, sur ces

débris, s'était développé partout du mica polysynthétique. Cette particularité est donc bien un des caractères des roches bréchoïdes.

» Lorsque le terrain sous-jacent est du granite, ces variétés de porphyre passent, par transitions tout à fait insensibles, à des granites injectés de microgranulite, et enfin à des granites à peine altérés, mais cependant encore méconnaissables à l'œil nu. L'imprégnation du granite par la microgranulite est parfois si intime qu'on serait tenté de considérer la roche comme un vrai porphyre, si l'on n'y trouvait pas des filons de granulite; ces derniers ne percent jamais le porphyre, dont l'éruption est plus récente, et leur présence montre bien qu'on a affaire à un granite altéré.

» Ces roches hybrides sont très développées aux environs de Boën et constituent une partie du porphyre granitoïde de Gruner. Elles ne se rencontrent qu'au voisinage de la microgranulite, qui s'y relie intimement : elles n'ont donc pas d'individualité géologique.

» La microgranulite n'est pas seule dans cette région à s'accompagner de brèches, les orthophyrites et les eurites en sont également escortés. On trouve entre Boën et Saint-Germain-Laval un beau faisceau de filons d'eurite fluidale, qui en bien des points semble passer à de vraies granulites. En examinant de plus près, et avec le secours du microscope, j'ai reconnu que ces variétés granulitiques se composent d'amas de cristaux, parfois arrachés au granite, cimentés par une pâte euritique : c'est donc bien un porphyre chargé de cristaux, mais ces derniers arrivent parfois à être si nombreux que la pâte occupe trop peu de place pour être distinguée à l'œil nu. C'est peut-être de la même façon qu'il conviendrait d'interpréter bien des faits cités comme exemples de passage entre le porphyre et le granite. »

PALÉONTOLOGIE. — *Un groupe d'assises représentant l'époque de transition entre les temps quaternaires et les temps modernes.* Note de M. **Ed. Piette.**

« Mes fouilles dans la grotte du mas d'Azil ont mis à découvert, sur la rive gauche de l'Arize, un groupe d'assises représentant l'époque de transition qui a séparé les temps quaternaires des temps modernes. J'ai relevé dans la tranchée la coupe suivante :

» $0^m,80$ *à* $1^m,50$. — Pierrailles et blocs tombés des parois et de la voûte. Cette couche, au bas de laquelle on a trouvé un fragment de hache polie, forme le sol sur lequel on marche.

» 0^{m},45. — Cendres blanches ou grises, avec lits lenticulaires d'escargots, contenant de nombreux tessons de poterie noire, des grains de collier en nacre, des pendeloques en coquille de pectoncle, des dentales, quelques silex magdaléniens et de rares os de cerf commun.

» 1^{m}. — Amas de cendres noires, dont la couleur est due au résidu des chairs carbonisées employées comme combustible. Quelques minces lits de cendres de bois, caractérisées par leur couleur grise et par la présence du charbon, sont intercalés dans la masse noire. Dans ces amas j'ai trouvé, en grande abondance, des silex et des poinçons de forme magdalénienne, des harpons en bois de cerf semblables à ceux d'Alliat et de Lorthet, des dents canines de cerf percées pour en faire des colliers, des coquilles percées, quelques tessons de poterie noire, des os brisés de bœuf, de sanglier, de blaireau, de castor, de cerf élaphe, des mâchoires et de nombreuses vertèbres de gros poissons. Les débris de cerf élaphe y sont en très grande quantité. Je n'y ai rencontré aucun vestige du renne. Les objets les plus remarquables que j'y ai recueillis sont de nombreux galets coloriés avec de la sanguine appliquée au moyen d'un pinceau. On y voit représentés des végétations, des chevrons, des lignes serpentantes, des rangées de disques et des bandes parallèles. Les galets à disques et à bandes sont si communs, qu'il est difficile de les considérer comme des objets d'art; ils semblent être plutôt des objets d'un usage journalier. J'incline à les regarder comme des marques de jeu, ou des signes représentatifs de nombres. Sur certains galets sont peints des cercles, au centre desquels on voit un disque ou une croix. Ces figures font songer aux hiéroglyphes et aux signes par lesquels on a désigné le Dieu solaire en Égypte et en Orient.

» 1^{m},30 *à* 1^{m},70. — Dépôt vaseux, résultant de grandes inondations réitérées. A l'entrée de la grotte, de minces lits de cendre sont intercalés dans le limon. Plus loin, sous la voûte, les foyers ont été remaniés par l'eau, et des lits de sable et de gravier alternent avec des couches de vase. J'ai recueilli, dans la cendre et dans le sable, des silex magdaléniens, des fragments de harpons, des os et des mâchoires brisés de cerf élaphe, de sanglier, de loup. Dans le gravier était un morceau de bois de renne débité.

» Cette coupe nous fait connaître une époque de transition jusqu'à présent inobservée. Le dépôt vaseux prouve que de grandes inondations, dues probablement à la fonte et au recul définitif des glaciers pyrénéens, ont mis fin à l'âge du renne. Les amas de cendre noire et de cendre blanche nous montrent les survivants de l'époque magdalénienne privés du bois de renne, matière première de la plupart de leurs instruments, vivant au milieu de la faune moderne, conservant d'abord leurs mœurs d'autrefois et tout ce qu'ils peuvent de leur outillage, habitant sur des amas d'os brisés. L'invasion des peuples néolithiques les surprend au moment où ils cherchent leur voie. Ils cessent peu à peu d'employer la chair des animaux comme combustible. Ils empruntent aux nouveaux venus leurs colliers de nacre et l'art de la poterie. Les assises mises à découvert

dans la tranchée racontent l'histoire de la transformation d'une race et de son absorption par le peuple envahisseur. »

M. **Duménil** adresse les observations suivantes, sur les variations d'éclat de l'étoile *Mira ceti* (¹) :

« Maximum, du 19 décembre 1885 au 7 janvier 1886, grandeur 4,5.
» Maximum, du 20 novembre au 10 décembre 1886, grandeur 4.
» Maximum, du 21 octobre au 9 novembre 1887, grandeur 4,7.
» Recrudescence légère d'éclat, le 7 janvier 1888.
» Maximum, du 15 septembre au 5 octobre 1888, grandeur 2,5.
» Recrudescence légère d'éclat, le 19 janvier 1889. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse, par l'entremise de M. Janssen, une Note « Sur la correspondance des phénomènes présentés par les photographies du disque solaire et des régions qui l'avoisinent, avec les perturbations atmosphériques (²) ».

M. **Janssen** présente à l'Académie, de la part de M. *Holden*, Directeur de l'observatoire du mont Hamilton, *Lick Observatory*, un positif sur verre de la photographie de la Couronne, prise pendant l'éclipse totale du 1er janvier dernier par les soins de l'expédition dirigée par M. Holden. M. Janssen fait remarquer la perfection extrême de cette photographie et combien des documents aussi parfaits seront utiles pour la discussion des phénomènes.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

(¹) Ces observations ont été recueillies au 167e observatoire populaire de la Société d'Astronomie.

(²) Les photographies mentionnées dans cette Note ne sont pas encore parvenues.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 février 1889.

Géologie régionale de la France; par M. Stanislas Meunier. Paris, Vve Ch. Dunod, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Nouveaux éléments d'hygiène; par Jules Arnould. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°. [Présenté par M. Charcot et renvoyé au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

Traité des maladies des pays chauds (région prétropicale); par les Drs A. Klesch et P.-L. Kiener. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°. [Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

Traité théorique et pratique de la culture de la canne à sucre; par N. Basset. Paris, Challamel et Cie, 1889; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; tome XXX, première Partie. Genève, H. Georg, 1888; 1 vol. in-4°.

Propagation du son pendant le tir; par le capitaine Ch.-M. de Labouret. Paris, L. Baudoin et Cie, 1889; br. in-8°.

La fauna dei calcari con fusulina della valle del fiume Sosio nella provincia di Palermo; per Gaetano Giorgio Gemmellaro. *Appendice.* Palermo, 1888; br. gr. in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VIIe série, tome XXXI, n° 1 : *Neuer magnetischer Unifilar-Theodolitts; von* H. Wild. — N° 2 : *Ueber eine neuentdeckte untercambrische Fauna in Estland; von* F. Schmidt. — N° 3 : *Revision der turkestanischen Ornis.* — N° 4 : *Eine vorläufige Mittheilung über die Wirkung des Schlangengiftes auf den thierischen Organismus; von* Dr. Med. A.-E. Feoktistow. — N° 5 : *Ueber einige arktische Trias-Ammoniten des nördlichen Sibirien; von* Dr. Edmund Mojsisovics von Mojsvar. — N° 6 : *Ueber die Sclerotienkrankheit der Vaccinieen-Beeren; von* Dr. M. Woronin. — N° 7 : *Ueber die Herleitung der im achten Bande der « Observations de Poulkowa » enthaltenen Stern-Catalogue U. S. W.; von* O. Backlund. — N° 8 : *Ueber eine mit dem Problem der drei Körper verwandte Aufgabe; von* Dr. C.-V.-L. Charlier.

Neue Reduction der bradley'schen Beobachtungen aus den Jahren 1750 *bis* 1762; *von* ARTHUR AUWERS. Saint-Pétersbourg, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. WILD. Jahrgang 1887, Theil I. Saint-Pétersbourg, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

International polar expedition. Report on the Proceedings of the United States expedition to Lady Franklin Bay, Grinnell Land; by ADELPHUS W. GREELY; volume I. Washington, Government printing Office, 1888; 1 vol. in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

Journal of the royal microscopical Society (London and Edinburgh). — *The transactions of the south african philosophical Society* (Cape Town). — *The quarterly Journal of the geological Society.* — *Journal of the Tokyo chemical Society.* — *Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft* (Leipzig). — *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.* — *Wiener klinische Wochenschrift.* — *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*

ERRATA.

(Séance du 11 février 1889.)

Note de M. *Lucien Lévy,* Sur le peroxyde de titane :

Page 296, ligne 15, *au lieu de* sesquichlorure, *lisez* oxychlorure.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Berthelot*, à la place de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, devenue vacante par la démission de M. Pasteur, nommé Secrétaire perpétuel honoraire.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Berthelot prend place au Bureau.

M. **A. Cornu** offre à l'Académie la collection des publications de notre regretté Confrère M. *Tresca*, recueillies et mises en ordre par ses fils, MM. Alfred, Édouard et Gustave Tresca [1].

[1] Voir au *Bulletin bibliographique* l'indication des matières contenues dans les onze volumes de cette publication.

M. **Berthelot**, en présentant à l'Académie un nouvel Ouvrage qu'il vient de publier, sous le titre : « Introduction à l'étude de la Chimie des anciens et du moyen âge ([1]) », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage reproduit en grande partie l'Introduction que j'ai mise en tête de la *Collection des anciens Alchimistes grecs*, et qu'il a paru utile de donner séparément, à l'usage des savants qui n'ont pas le temps ou les connaissances nécessaires pour recourir au texte grec. Il contient d'ailleurs plusieurs articles qui ne font pas partie de la précédente publication.

» Le présent Volume renferme les Chapitres suivants :

» I. Le *Papyrus de Leide*, originaire de l'Égypte, le plus vieux texte alchimique qui soit parvenu jusqu'à nous : j'en ai donné la traduction et le commentaire détaillé et j'y ai montré le point de départ de l'Alchimie, dans les pratiques des orfèvres égyptiens pour fabriquer des alliages imitant l'or et l'argent, et désignés sous le nom générique d'*asèm*. Ces imitations et les procédés employés pour les colorer par des teintures convenables ont fait naître l'espoir de reproduire l'or et l'argent eux-mêmes assimilés aux alliages proprement dits. J'ai établi, par la comparaison directe des textes, la liaison entre les recettes du papyrus de Leide et celles des plus anciens alchimistes grecs dont nous possédions les œuvres, tels que le pseudo-Démocrite, Zosime et Olympiodore.

» Dans le Chapitre IV sont reproduits les *signes et notations alchimiques*, dont le principe rappelle singulièrement, sous plus d'un rapport, les notations chimiques modernes. Pour prévenir toute incertitude sur la fidélité des reproductions, j'ai reproduit ces signes par la photogravure : ils forment 8 planches, avec traduction et commentaire.

» Le Chapitre V reproduit également, toujours d'après des photogravures, 35 figures d'*appareils* et autres, accompagnées de l'explication des opérations auxquelles servaient ces appareils : c'étaient, d'une part, des appareils distillatoires, remontant aux origines de l'ère chrétienne et tirés d'un Traité, aujourd'hui perdu, composé par une femme savante appelée Cléopâtre, qui nous a également laissé un petit Traité des *Poids et Mesures;* et, d'autre part, des appareils de digestion, dans lesquels les métaux réduits en lames étaient soumis à l'action prolongée des vapeurs du mercure, de l'arsenic, du soufre et des sulfures d'arsenic. Ces appareils sont l'origine des alambics, des aludels et des bains-marie, usités au moyen âge et dans les temps modernes : j'en ai établi la filiation.

([1]) 1 vol. grand in-8°, avec 45 photogravures, chez G. Steinheil, éditeur.

» Le Chapitre VI est consacré à l'examen des *Manuscrits*, par lesquels les textes alchimiques grecs sont venus jusqu'à nous.

» Le Chapitre VII traite de l'étude de *quelques métaux et minéraux provenant de l'antique Chaldée*, et dont j'ai déjà entretenu l'Académie.

» Le Chapitre VIII, sous le titre de *Notices de Minéralogie, Métallurgie*, etc., rassemble une multitude de notions tirées de la lecture des auteurs anciens et du moyen âge.

» Le Chapitre IX, intitulé *Sur un procédé antique pour rendre les pierres précieuses et les nitrifications phosphorescentes;* et le Chapitre X, intitulé *Traitement des sables aurifères par amalgamation chez les anciens*, ont été communiqués précédemment à l'Académie.

» Dans les Chapitres XI et XII, on discute l'origine des noms modernes du *bronze* et de l'*antimoine;* les Chapitres XIII à XVII sont consacrés à établir l'antiquité de certaines connaissances réputées modernes, telles que celles de l'*arsenic métallique*, de la *soudure autogène du plomb*, de la *lixiviation méthodique*, des *procédés pour rendre les étoffes incombustibles*, de la *séparation de l'or et de l'argent*, etc. On termine dans les Chapitres XVIII et XIX par des notions d'un caractère plus purement historique, telles que l'origine alchimique du mot *fleur*, appliqué encore aujourd'hui en chimie et en pharmacie à diverses préparations, et l'examen de Stephanax et de divers commentateurs anciens.

» En somme, la présente *Introduction* fait suite à mes *Origines de l'Alchimie*, qu'elle complète par des notions plus spéciales et plus techniques. Le tout, joint à la *Collection des anciens Alchimistes grecs*, documents que j'ai tirés de l'oubli et interprétés, et qui constituent en quelque sorte les pièces à l'appui de toute la recherche, forme un ensemble propre à établir le caractère véritable des doctrines philosophiques, des méthodes et des pratiques de la vieille Alchimie, jusqu'ici réputée absurde et imaginaire, et qui entrera désormais dans le cadre de l'histoire positive des Sciences. »

OPTIQUE. — *Sur la reproduction artificielle des halos et des cercles parhéliques*. Note de M. A. CORNU.

« Le phénomène des halos est dû, comme on sait, à la réfraction des rayons du Soleil ou de la Lune à travers des prismes de glace flottant dans l'atmosphère : la forme circulaire de la ligne d'intensité maximum provient de ce que les prismes sont orientés d'une manière fortuite et de ce

que les faisceaux réfractés ne peuvent dépasser la déviation minimum newtonienne.

» ... Brewster a reproduit les halos en regardant le Soleil à travers un verre recouvert d'une cristallisation d'alun (*Traité de la Lumière*, par J.-F.-W. Herschel, traduction française, t. II, p. 430).

» L'expérience de Brewster est assez difficile à réaliser lorsqu'on veut obtenir une imitation fidèle du phénomène : en effet, quand on fait cristalliser une solution d'alun sur une lame de verre, les cristaux se développent de préférence parallèlement à la lame et à une face de l'octaèdre : ils n'offrent donc pas l'orientation fortuite requise pour la reproduction exacte du phénomène naturel.

» J'ai obtenu un meilleur résultat en déposant avec un blaireau sur une lame de verre une poussière cristalline d'alun de potasse obtenue en agitant, pendant le refroidissement, une solution saturée à chaud : on sépare les cristaux en filtrant la liqueur par petites portions, et on les dessèche avec soin. J'ai pu ainsi obtenir la trace de trois cercles ou halos, concentriques à la source lumineuse et à peu près équidistants : malheureusement leur éclat est très faible. Une mesure approximative, exécutée avec des épingles piquées sur un carton, a donné pour les demi-diamètres respectifs de ces halos les valeurs : $18^\circ\frac{1}{4}$, $29^\circ\frac{1}{2}$ et 40°-45°.

» Les cristaux employés, examinés au microscope, sont des octaèdres a^1 légèrement modifiés par les facettes b^1 (dodécaèdre rhomboïdal) et p (cube) tangentes sur les arêtes et sur les sommets : on est alors conduit à admettre que la réfraction se produit à travers les angles aigus formés par les faces octaédriques, de beaucoup les plus larges, et celles des deux autres groupes. De là, trois combinaisons probables, dont voici l'angle A et la déviation minimum Δ, calculée d'après la valeur $n = 1,4565$, donnée par M. Ch. Soret pour l'indice de réfraction de l'alun potassique correspondant à la raie D :

Faces du prisme.	$a^1 b^1$.	$a^1 p^1$.	$a^1 a^1$.
Angle des faces A	35°.15′.52″	54°.44′. 8″	70°.31′.44″
Déviation calculée Δ	17. 5.38	29.19.42	43.56.28
» observée Δ	18.½	29.½	40-45

» Les déviations Δ calculées et observées s'accordent autant que le permet le procédé grossier de mesure : en tout cas, l'accord est suffisant pour justifier la désignation des angles réfringents.

» En raison de l'importance de ces phénomènes, j'ai cherché un mode expérimental permettant non seulement d'imiter leur forme et leur éclat, mais encore de reproduire le caractère essentiel de leur formation, à savoir l'orientation fortuite des cristaux flottant dans l'atmosphère. J'y suis parvenu en précipitant une solution aqueuse d'alun, saturée à froid, par de l'alcool faible (alcool à 36° du commerce) : à cet effet, on place la solution dans une cuve plate de verre, de 15^{mm} à 20^{mm} d'épaisseur entre les faces verticales; on y ajoute 1^{vol} d'alcool égal à 10 ou 15 pour 100 du volume de la solution d'alun et l'on agite pendant quelques minutes. La précipitation lente de cristaux microscopiques commence presque aussitôt : on les voit bientôt nager au sein du liquide et étinceler comme les lamelles de glace aperçues dans l'atmosphère et décrites par divers observateurs. Il suffit alors de regarder une lumière à travers la cuve préalablement agitée pour apercevoir successivement toutes les apparences que présente le ciel dans les conditions où se montrent les halos.

» En premier lieu, on voit une sorte de brouillard épais cachant presque la source lumineuse, lorsque les cristaux soulevés par l'agitation sont gros et nombreux ; bientôt la brume s'éclaircit et l'on voit apparaître un cercle étroit, figurant le halo de 22°, dont le bord rougeâtre intérieur est nettement terminé et tranche sur le fond sombre qui s'étend jusqu'au centre : comme dans le phénomène naturel, le bord extérieur est légèrement bleuâtre et se perd dans une teinte blanche. Peu à peu les couleurs s'avivent et un second halo, d'un éclat plus faible et d'un diamètre sensiblement double, commence à apparaître ; il offre tout à fait l'aspect du halo de 46°. Leur visibilité sur le champ de vision grandit jusqu'à un certain maximum, puis s'efface progressivement lorsque les cristaux, qui se séparent par ordre de grosseur, achèvent de tomber au fond de la cuve.

» Le phénomène est assez brillant pour être projeté et rendu visible à tout un auditoire : il suffit, pour réaliser cette projection, de placer la cuve sur le trajet du faisceau de lumière produisant l'image d'un disque circulaire destiné à figurer le Soleil ([1]).

([1]) Un grand nombre de substances, réduites en poussières cristallines par divers artifices, produisent au sein de liquides appropriés des phénomènes analogues : l'expérience est particulièrement intéressante avec l'azotate de soude, substance très biréfringente ($n_o = 1,585$, $n_e = 1,335$) qui se réduit aisément en cristaux rhomboédriques extrêmement petits en agitant pendant le refroidissement une solution aqueuse saturée à chaud. On obtient trois halos dont la lumière est polarisée : l'analyse des phéno-

» Les angles sous-tendus par les halos artificiels n'ont pas, comme dans le cas précédent, une valeur fixe, parce que la déviation des rayons dépend de l'indice relatif du cristal et du liquide dont la composition est nécessairement variable; mais j'ai pu vérifier que, dans les conditions décrites ci-dessus, les deux halos sont dus à la réfraction à travers deux prismes formés par des faces octaédriques ([1]); l'un de ces prismes correspond, comme précédemment, à l'angle aigu de 70°31′44″; l'autre, à l'angle obtus supplémentaire. La réfraction à travers cet angle obtus, qui serait impossible dans l'air, est possible actuellement à cause de l'indice relativement élevé du liquide dans lequel flottent les cristaux ([2]).

» La vérification annoncée a consisté à mesurer directement l'angle du halo produit au sein du liquide par la poussière cristalline et ensuite la déviation minimum du faisceau incident, réfracté par un gros cristal plongé dans le même liquide; l'illumination des faces réfringentes permet de déterminer avec certitude leur position cristallographique : ce sont, dans les deux cas, des faces de l'octaèdre. Une expérience particulière faite au goniomètre a donné :

Demi-diamètre	du premier halo.....	9°23′
	du second halo......	19°-21°
Déviation minimum	angle aigu......	9°26′
	angle obtus.....	21°11′

» La vérification est donc satisfaisante.

» La petitesse des demi-diamètres de ces halos est très favorable à l'observation par projection : avec les cristaux d'alun, isolés dans l'air, la

---

mènes qu'on y rencontre dépend de la *théorie de la réfraction à travers un prisme suivant une loi quelconque* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. I, p. 242, et t. III, p. 29).

J'espère, en poursuivant les expériences dans cette voie, arriver à reproduire les *parhélies*, avec des cristaux aciculaires susceptibles de s'orienter, sous l'influence de diverses forces, dans un liquide convenablement choisi.

([1]) J'ai quelquefois aperçu des traces de halos plus étroits correspondant probablement aux facettes b^1 et p, mais sans pouvoir les déterminer avec certitude.

([2]) Dans le phénomène naturel, le halo de 22° correspond à l'angle réfringent de 60° des prismes hexagonaux des cristaux de glace; celui de 46°, à l'angle de 90° que forme la base avec les faces latérales du prisme : l'indice moyen de la glace pour les rayons jaune orangé est de 1,309. [Voir Bravais, *Mémoire sur les halos* (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXIe Cahier).]

projection du phénomène serait très difficile à cause de la grandeur des angles sous-tendus.

» *Cercles parhéliques.* — On imite les cercles parhéliques, c'est-à-dire ces traînées lumineuses blanches qui passent sur le Soleil et suivent des cercles tantôt parallèles, tantôt obliques à l'horizon, par des artifices très simples. Si l'on opère par vision directe, il suffit de regarder une lumière à travers une lame de verre préalablement frottée avec le doigt enduit de cire vierge ; la trace doit être faite perpendiculairement à la direction qu'on choisit pour le cercle parhélique : on forme ainsi les croix et les étoiles observées dans diverses occasions.

» Par projection, le phénomène apparaît aussi; mais on l'obtient plus facilement encore en interposant, sur le trajet du faisceau, des tubes de verres de petit diamètre qui réfléchissent la lumière normalement à leur direction.

» Les expériences précédentes ne mériteraient pas d'être décrites avec autant de détails, si elles n'avaient pour but d'appeler l'attention des physiciens et des météorologistes sur des phénomènes dont j'ai eu plusieurs fois l'occasion de signaler l'importance. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des plaques chondroïdes des tendons des oiseaux;* par M. L. **Ranvier.**

« Ayant immergé, pendant quelques minutes, dans une solution d'acide osmique à 1 pour 100, les tendons de la patte d'un petit Passereau, le pinson (*Fringilla cœlebs* L.), j'ai remarqué qu'il s'y produisait des taches noires, elliptiques, à grand axe longitudinal, dans des régions bien déterminées, par exemple là où ils passent dans les coulisses périarticulaires et s'y réfléchissent.

» Ces tendons ont une constitution fort simple, comme les tendons filiformes de la queue des Rongeurs. On peut les extraire par le procédé suivant : après avoir coupé les doigts à la seconde phalange et la patte au-dessus de l'articulation tibio-tarsienne, on les saisit avec une pince au niveau de la dernière section. Une traction légère suffit alors pour les dégager, parce qu'ils glissent facilement dans leur gaine séreuse. Ce sont des tendons élémentaires. Chacun d'eux est formé de faisceaux tendineux primitifs, disposés parallèlement les uns à côté des autres, et est entouré d'une gaine connective mince dont les fibres sont entre-croisées. Cette gaine

est recouverte d'une couche endothéliale. Entre les faisceaux primitifs se trouvent des cellules plates munies de crêtes d'empreinte, comme dans les tendons des autres Vertébrés.

» La structure des tendons est modifiée au niveau des taches noires produites par l'acide osmique. Ces taches correspondent à des plaques de consistance assez ferme, comme cartilagineuses, que je désignerai sous le nom de *plaques chondroïdes*.

» Si l'on essaye de dissocier avec les aiguilles les tendons fixés par l'acide osmique, on n'éprouve aucune difficulté tant que l'on n'a pas atteint les plaques chondroïdes; mais au niveau de celles-ci la gaine connective résiste, et les faisceaux tendineux qu'elle recouvre se laissent difficilement isoler et à plus forte raison décomposer en leurs fibrilles constitutives. Si, au fur et à mesure que l'on pratique la dissociation, on fait, à l'aide d'un grossissement moyen, l'examen microscopique des parties séparées, on arrive à reconnaître :

» 1° Que la gaine connective a subi au niveau des plaques une transformation chondroïde. Les fibres, devenues rigides, sont unies par une substance cimentante résistante et circonscrivent des mailles dans lesquelles on voit des cellules arrondies. Ces cellules contiennent des granulations ou des gouttes de graisse en quantité variable. Quelques-unes cependant n'en renferment pas. Tout au contraire, certaines paraissent entièrement remplies d'une grosse goutte de graisse, comme les cellules adipeuses.

» Ces granulations et ces gouttes de graisse sont colorées en noir par l'acide osmique.

» 2° Entre les faisceaux tendineux devenus rigides, se montrent des séries longitudinales de cellules globuleuses, un peu comprimées latéralement, qui contiennent aussi des granulations et des gouttes de graisse en proportion variée. Ces cellules forment le plus souvent des séries simples.

» En quelques points et dans certaines préparations, j'ai pu voir ces séries simples se transformer en séries doubles, pour reprendre ensuite leur première forme à la limite opposée de la plaque chondroïde. Pour observer facilement ce dernier fait, qui a une certaine importance parce qu'il tend à prouver qu'il se fait une multiplication des éléments cellulaires dans les plaques chondroïdes, je conseille de choisir un très mince tendon fléchisseur du second doigt et, après l'avoir fixé par l'acide osmique et coloré par le picrocarminate d'ammoniaque, de le traiter sur la lame de verre porte-objet par l'acide formique ordinaire; on le recouvre alors d'une lamelle de verre sur laquelle on détermine à plusieurs reprises une pres-

sion assez forte pour dissocier la plaque chondroïde du tendon par écrasement.

» Les cellules globuleuses de la gaine des plaques chondroïdes peuvent être observées dans les tendons du pinson, examinés à plat, à l'aide d'un grossissement suffisant, sans autre réactif que de l'eau ordinaire. Léonard Landois ([1]) semble les avoir vues chez le moineau, mais il n'a reçonnu ni leur siège ni leur nature. Il dit que ce sont des écailles de Henle.

» Qu'est-ce que les écailles de Henle? Certains histologistes ont prétendu que ces écailles ne sont autre chose que les cellules que j'ai décrites en 1869, et qui, par conséquent, auraient été découvertes par Henle. Ils n'auraient pas soutenu cette opinion s'ils avaient lu le texte de Henle ou l'analyse que j'en ai donnée ([2]). Ils y auraient appris que les écailles décrites par ce célèbre anatomiste ne contenaient pas de noyaux et, par conséquent, n'étaient pas des cellules. Ces écailles correspondent évidemment à des crêtes d'empreinte. Landois, pas plus que les autres histologistes qui ont écrit avant 1869, ne s'est rendu compte de ce qu'étaient les écailles de Henle; il les a confondues avec les cellules de la gaine connective des plaques chondroïdes, c'est-à-dire avec des cellules de cartilage.

» La forme et les rapports de ces cellules entre elles sont d'une admirable netteté dans les tendons imprégnés d'argent. Rares d'abord à la périphérie des plaques chondroïdes, elles deviennent de plus en plus nombreuses, et bientôt ne paraissent plus séparées que par des bandes minces de substance intercellulaire, colorées en brun plus ou moins foncé.

» On vient de voir qu'au moyen de l'acide osmique on peut établir que les plaques chondroïdes des petits oiseaux contiennent de la graisse et que celle-ci est renfermée dans des cellules. A l'aide d'autres réactifs on arrive à démontrer encore que, dans ces plaques, il y a du glycogène et de la substance cartilagineuse. Mais, comme cette démonstration est plus facile chez le poulet et le pigeon, je renvoie à une Communication que je ferai prochainement sur les plaques chondroïdes de ces animaux ce que je pourrais dire aujourd'hui de la recherche de ces substances. »

([1]) Léonard Landois, *Unters. über die Bidesubstanz*, etc. (*Zeitsch. für Wissens. Zool.*, p. 1; 1866).

([2]) *Arch. de Phys.*, t. II, p. 473; 1869.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la tempête des* 11, 12, 13 *mars dernier, aux États-Unis;* par M. **H. Faye.**

« C'est une des tempêtes les plus intéressantes de notre temps. Elle comprend le blizzard (ouragan de neige) qui a sévi si cruellement sur les villes du littoral, depuis Washington jusqu'à Boston, et dont j'ai entretenu l'Académie dans sa séance du 5 avril dernier. A cette époque, on n'avait encore aucun document précis sur l'état de la mer; ce blizzard m'avait paru se rattacher à un cyclone, le seul connu alors, qui marchait sur le territoire de l'Union vers le Canada où il s'est fait ressentir plus tard à Montréal et à Québec. Car les cyclones sont fréquemment accompagnés, dans ces pays comme dans les nôtres, d'orages ou de tornados marchant à distance du centre, parallèlement à la trajectoire de ce point, dans le demi-cercle de droite.

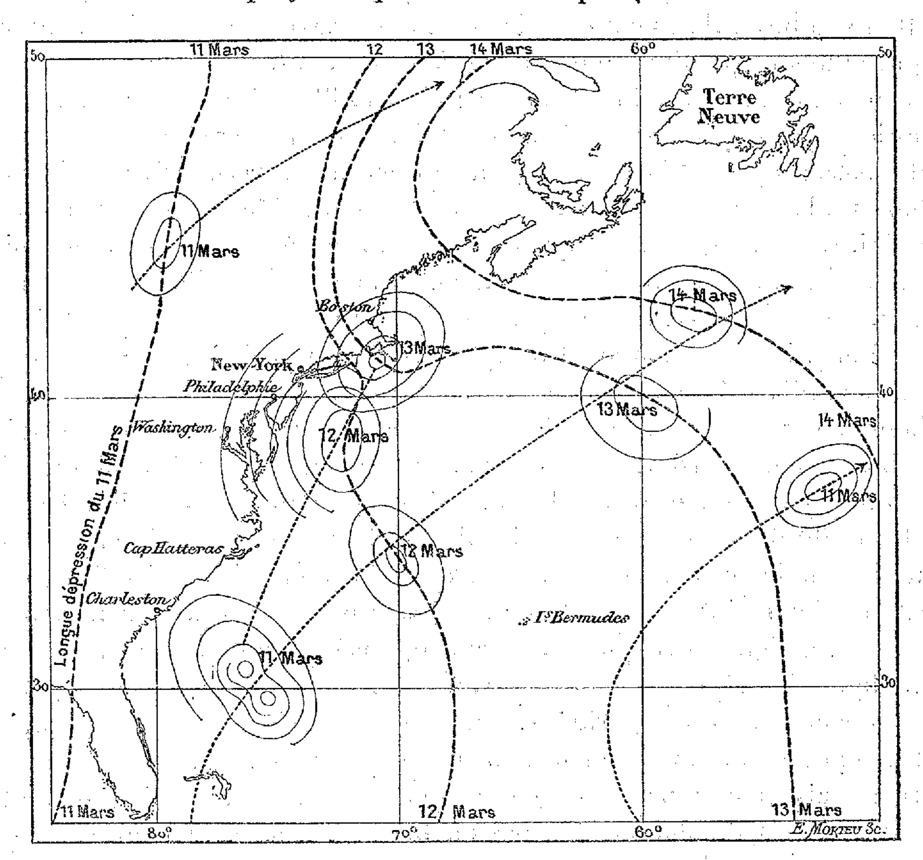
» Aujourd'hui les nouvelles des nombreux navires qui fréquentent ces mers sont parvenues au Bureau de Navigation; nous savons que la mer à cette époque était parcourue par plusieurs cyclones à la fois. L'un d'eux, celui qui a produit les grands désastres maritimes, a entamé la côte entre le cap Hatteras et Boston. Les premières idées doivent donc être modifiées. D'autre part, le Directeur de la Météorologie maritime, M. E. Hayden, vient de publier un très intéressant Mémoire de M. George Dyer, lieutenant de vaisseau, sur ces documents, et il importe d'en examiner les conclusions ([1]). Tel est le double objet de cette Note.

» En premier lieu, dit le savant auteur, ces documents nous présentent un exemple bien frappant d'une espèce particulière et assez rare de tempêtes pour lesquelles la loi basée sur la théorie circulaire, c'est-à-dire la règle des huit rumbs de vent (the eight point rule) cesse d'être applicable ([2]). En effet, dans ces tempêtes exceptionnelles, au lieu d'une dépression barométrique en forme de *bassin*, il se produit une immense dépression linéaire en forme d'*auge*, comprise entre deux bords à pressions plus élevées, *a trough of low barometer*, marchant vers l'est.

([1]) *Nautical Monographs*, n° 5 : *The great storm off the Atlantic coast of the United States, march* 11-14, 1888. Washington, 1888.

([2]) L'auteur ajoute : « Malgré cette dérogation aux lois des tempêtes, on peut affirmer avec certitude qu'aucune tempête, quel que soit son caractère anormal, ne doit diminuer la confiance dans ces lois, qui sont basées sur une longue expérience sur toutes les mers du globe.

» Pour faire comprendre la pensée de l'auteur, je mets sous les yeux de l'Académie la Carte (¹) où il a figuré cette dépression linéaire en forme d'auge, ainsi que sa marche sur le continent et sur l'Atlantique pendant les 11, 12, 13 et 14 mars. J'y ai inscrit les trajectoires pointillées de quatre cyclones simultanés que je compte discuter un peu plus loin.



» La dépression linéaire du 11 mars se serait étendue de la côte occidentale de la Floride aux rives du lac Huron et même au delà, jusqu'aux limites sud de la baie d'Hudson, embrassant presque toute la largeur de la zone tempérée. Du 11 au 12, elle aurait marché vers l'est, bien plus vite sur l'Océan que sur les terres. Du 12 au 13, c'est à peine si elle se déplace sur le continent; enfin, du 13 au 14, elle se meut rapidement vers l'angle

(¹) Cette Carte se rapporte à midi, temps moyen de Greenwich, ou à 7^h du matin, heure du 75e méridien (passant à peu près par Philadelphie).

N.-E. de la Carte. Ce serait à son passage sur la côte que l'air, en se précipitant de droite et de gauche dans cette dépression sans pouvoir la combler, aurait produit les mouvements tournants cause de tant de désastres. Telle est l'hypothèse de M. G. Dyer.

» La théorie que je soutiens depuis quinze ans est incompatible avec cette hypothèse. Il se peut que des cyclones coexistent dans la même région, et même que l'un d'eux vienne à se segmenter, ce qui l'allonge un instant dans une certaine direction; c'est là l'histoire fort ordinaire des girations qui se produisent dans les fluides en mouvement. Mais ces girations se propagent jusqu'au sol en conservant en bas une forme d'autant plus circulaire qu'elles marchent plus lentement. Elles ne sauraient donc produire en bas que des impressions en forme de bassin plus ou moins ovale, et non une sorte d'auge analogue à l'entre-deux d'immenses lames parallèles qui se suivraient de près sur l'Océan.

» Voici, je crois, comment on est arrivé, en Amérique, à cette conception singulière d'un immense *trough of low barometer*, cause de tous ces phénomènes. Persuadés que les mouvements giratoires ont leur origine en bas, les météorologistes du Signal Office cherchent à expliquer les cyclones par le contraste des températures dans les couches basses, et le conflit des vents secs et froids du nord-ouest s'avançant en ligne de bataille sur le sol contre les souffles chargés d'humidité qui viennent du golfe et s'étendent librement sur les vastes plaines du Missouri. D'après ces vues, la ligne sur laquelle les vents opposés viennent se heurter serait une ligne de dépression barométrique et, par suite, l'arène de toutes les tourmentes atmosphériques. Que cette opposition des températures ait une grande influence sur le climat des États-Unis, nul ne le contestera : mais qu'elle produise des cyclones, c'est de toute impossibilité. Les cyclones s'alimentent, non pas en bas, mais dans les courants supérieurs de l'atmosphère, et cela en toute saison, sous tous les climats, aussi bien sur l'océan Indien où il n'y a pas de contraste de température ni de Gulf stream, qu'aux États-Unis et sur l'Atlantique nord. Au point de vue mécanique, ils ne dépendent pas des basses couches de l'atmosphère et n'ont rien qui soit particulier aux États-Unis, si ce n'est qu'ils sont là bien plus près de leur origine qu'en Europe, et qu'ils doivent charrier plus de cirrus.

» Pour revenir aux longues dépressions linéaires en forme d'auge, tracées par M. Dyer, on trouve sur la Carte qu'à la latitude de Boston leur déplacement aurait été de 5° le premier jour, de 0°,7 le second et de

11° le troisième. Ces anomalies, les contournements inadmissibles de ces lignes de dépression, l'impossibilité de comprendre leur formation et les mouvements qu'on leur suppose sont bien de nature à inspirer des doutes.

» Nous allons voir qu'on peut se rendre compte de tous les phénomènes sans recourir à ces invraisemblables dépressions linéaires, à la condition de prendre les tempêtes pour ce qu'elles sont, c'est-à-dire pour des cyclones nés au loin, et non pour des dépressions locales produites par les vents engendrés sur le territoire des États-Unis.

» Le 11 mars, nous trouvons sur la Carte trois cyclones à la fois. L'un a déjà passé à l'est des Bermudes et s'éloigne en marchant au nord-est. L'autre, déjà cité, est sur le continent et marche vers le Canada. Entre les deux, un troisième cyclone, indépendant des deux premiers, a dépassé le 11 mars le 30e parallèle [1] pour atteindre, vers le 12, le méridien de 70° et s'éloigner des côtes le 13 et le 14, encore vers le nord-est, sans avoir notablement contribué aux désastres des 12 et 13 mars.

» Jusqu'ici ces désastres restent inexpliqués. Mais les données si habilement réunies par le Service météorologique de la Marine montrent que, le 12 et le 13, il existait un quatrième cyclone, très voisin du précédent, si voisin que, le 12, il était compris avec lui dans les mêmes isobares extérieures. Le 11, on n'en fait pas mention; mais, si l'on construit sa courte trajectoire du 12 et du 13, on trouve, en la prolongeant en arrière, qu'elle va rencontrer celle du précédent cyclone à peu près au point où je l'ai déjà placé pour le 11. A cette date, les deux cyclones ont dû se trouver au même endroit. Or cela ne peut se produire que dans le cas d'une segmentation, et c'est cette segmentation qui résout le problème de savoir ce qu'est cette tempête furieuse de deux jours (12 et 13) qu'on ne retrouve ni après ni avant ces deux dates. Le segment détaché du cyclone principal (dont j'ai dessiné à peu près la longue trajectoire des 11, 12, 13, 14 mars) serait allé un peu plus au nord produire la tempête partielle dont l'existence n'a été signalée que les 12 et 13 mars; et comme celle-ci a certainement attaqué la côte, c'est elle, c'est ce cyclone parasite qui a

---

(1) Ce cyclone n'est pas marqué le 11 sur les Cartes américaines. Ce n'est pas une raison pour croire qu'il a débuté le 12. Je l'ai figuré de sentiment le 11, en position mais non en grandeur, d'après la trajectoire des 12, 13, 14 et les indications du vapeur américain *Knickerbrocker* qui me paraît l'avoir accompagné du 10 au 11 et même au delà. Dans cette région, les documents sont rares.

produit à la fois le blizzard des villes du littoral et les désastres constatés en mer.

» On retrouve même ici un caractère bien frappant de ce phénomène de segmentation. Règle générale, dès que deux noyaux de giration se sont formés, chacun d'eux tend à devenir un cyclone complet, à s'arrondir autour de son centre et à poursuivre isolément sa course. C'est ainsi que le segment ci-dessus est devenu presque circulaire le 13, lorsque la vitesse de translation diminuait si sensiblement. De plus, il était condamné à disparaître, car un cyclone qui cesse de marcher doit se dissiper bientôt sur place, et il est certain que celui-ci s'est arrêté sur Block Island et s'y est évanoui.

» Telle est, à mon gré, l'explication de cette inoubliable tempête. Il était bien inutile, on le voit, de recourir à une nouvelle espèce de dépression, à un *trough of low barometer,* et maintenant que nous avons reporté sur la Carte ci-dessus les positions de jour en jour de ces quatre cyclones, il est aisé de juger définitivement l'hypothèse des grandes lignes de dépression barométrique. Pour les tracer, l'auteur s'est contenté de joindre chaque jour par un trait les centres des deux ou trois dépressions en forme de bassin des deux ou trois tempêtes qui couraient simultanément sur le continent et sur l'Atlantique. Or de pareilles courbes ne sauraient avoir de signification mécanique ou physique.

» Ainsi, en ce qui concerne ces grands et terribles phénomènes de mars dernier, les idées reçues en Amérique conduisent à chercher leur origine et leur cause dans des circonstances purement locales de vents régnants et de contraste de température sur le sol des États-Unis et, pour appliquer cette théorie, on est conduit à supposer qu'une immense dépression linéaire, née de ce contraste ou de ce conflit, se transporte au loin jusque sur l'Océan, et qu'elle fait naître, là où elle rencontre la mer et surtout le bien innocent Gulf stream, des tourmentes et des tempêtes.

» D'après la théorie contraire, ces diverses tempêtes, qui courent toutes à peu près vers le nord-est (d'après les trajectoires que j'ai dessinées moi-même sur la Carte), sont des cyclones indépendants ayant leur origine bien au-dessous du 30e degré dans les mers intertropicales, et dont nous ne voyons pas la portion de trajectoire qui court à l'ouest-nord-ouest. La seule particularité que présente l'un de ces cyclones, c'est la segmentation qu'il a subie vers le 11 mars, c'est l'histoire de ce segment bien vite devenu un cyclone complet marchant au nord-nord-est, dans une direction un peu différente de celle du cyclone primitif, s'arrondissant de plus en

plus, mais destiné à s'arrêter bientôt au-dessous de Boston, après avoir produit, pendant deux jours de marche ralentie, le blizzard de la côte et de nombreux naufrages dans ces mers si fréquentées. Pendant ce temps, le cyclone primitif poursuivait sa route au nord-est, tout comme le cyclone de gauche qui allait vers le Canada, et comme celui de droite, à l'est des Bermudes, qui a peut-être atteint les côtes de l'Europe centrale.

» Il y a lieu d'être surpris que le Service de Météorologie maritime ait accepté si pleinement, dans cette circonstance, les idées du *Signal Office* territorial, car les marins des États-Unis n'ont pas cessé d'adhérer fermement aux lois des tempêtes; ils savent mieux que personne que toute dépression n'est pas nécessairement un cyclone; ce sont eux qui proclament que l'histoire d'une tempête n'est réellement connue que lorsqu'elle a été suivie sur les mers lointaines dans son parcours entier, et cela suppose assurément qu'elle n'est pas le produit de circonstances locales là où l'on vient de l'observer. Je ne puis mieux faire, pour le prouver, que de rappeler la Note de la page 436, et de citer ici, en terminant, l'histoire du cyclone du mois d'août que rapporte M. G. Dyer au début même de son savant Mémoire.

» En août dernier, une tempête d'une violence extrême s'est avancée vers nos côtes en passant entre les Bermudes et les Bahamas. Des centaines de Rapports dus aux capitaines des navires engagés nous permirent de tracer exactement la trajectoire, sorte de grande parabole tangente à Saint-Thomas, à Hatteras, au cap Race et finalement à la côte nord de Norvège. On aurait pu croire le travail terminé, lorsque nous reçûmes, six mois plus tard, un Rapport de l'Office météorologique anglais indiquant, d'après un vaisseau venu de l'équateur, que cette même tempête avait eu son origine bien loin dans l'est, au large de la côte africaine, et ce n'est que ces jours derniers que le vaisseau *Glenburn*, arrivé à New-York le 30 mars, venant de Calcutta, nous a donné le moyen de tracer plus exactement la course de cette même tempête à l'ouest des îles du cap Vert.

» J'espère que de nouveaux renseignements permettront également de tracer avec plus de précision la trajectoire du cyclone des 11, 12, 13, 14 mars et de la poursuivre au delà du 30e degré, jusque dans les mers tropicales, où lui aussi a dû, selon toute probabilité, prendre son origine. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1889.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Hermite, Darboux, Bertrand, Poincaré, Phillips réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Halphen.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Phillips, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Halphen et Poincaré.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Jurien de la Gravière, Pâris, de Bussy, Bouquet de la Grye, de Jonquières réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Phillips.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Phillips, Maurice Lévy, Sarrau, Resal, Boussinesq réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. Pâris, Jurien de la Gravière, de Bussy, Phillips, Bouquet de la Grye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Resal.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Faurie soumet au jugement de l'Académie une Note relative à la préparation de l'aluminium et de ses alliages.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut, des Cartes suivantes, publiées depuis le 1er janvier 1889 par le Service hydrographique de la Marine.

4263. De Sierra Leone au cap Lopez (golfe de Guinée).
4268. Baie de Palerme (Sicile).
4309. De Tsung-Mui-Tao au cap Pak-Long (Tonkin) (M. La Porte).
4311. Embouchure et Mouillage du Lackh-Kiao (Tonkin) (M. La Porte).
4317. Mouillage de Tandines (Ile Mare Iles Loyalty) (M. Bénier).
4318. Entrées de Kua Vann, du Lak-Tran, etc. (Tonkin) (M. La Porte).

ASTRONOMIE. — *Sur la rectification complète du sextant.* Note de M. **Gruey.**

« Première méthode. — 1° *Rectification de l'axe de rotation* R *du grand miroir* M. — Jusqu'ici les artistes se contentent d'ajuster mécaniquement, une fois pour toutes, l'axe de rotation R du grand miroir M perpendiculairement au limbe L, avec une approximation inconnue et probablement assez faible. Avec le temps, les chocs, les hasards de la navigation, les grandes variations de température, cette perpendicularité s'altère peu à peu ou subitement; elle peut devenir insuffisante, à l'insu de l'observateur qui ne possède aucun moyen ni de constater, ni de corriger cette altération nuisible à toutes les mesures. Ce grave défaut vient de la fixité absolue, sur le limbe L, du coussinet C de R; il disparaît avec elle dans le dispositif suivant, très solide et facile à réaliser.

» C est porté par une première lame d'acier A, portée elle-même par une deuxième lame A′ fixée à L. Les lames A, A′, sous l'action de vis correspondantes a, a', peuvent fléchir *séparément* autour de leurs talons rectilignes respectifs, parallèles à L et rectangulaires entre eux. De là, pour C, la possibilité de pivoter légèrement autour de la normale l à L et de prendre rigoureusement la direction de cette normale.

» M est monté sur R à la manière ordinaire. Une vis de réglage m permet de rendre M parallèle à R. Nous formons R de deux bras cylindriques r, r', sur le prolongement exact l'un de l'autre, débordant également la largeur de M et s'ajustant également dans C. Supposons r ajusté. Sur r' s'ajuste, à volonté, parallèlement à L, par une douille C′ semblable à C,

une tige inflexible TT′ qui porte : à l'une de ses extrémités T′ une lunette auxiliaire U′ dirigée, sur l'arc divisé λ de L, parallèlement à l; et à l'autre extrémité T un simple contrepoids. Une vis de pression c' permet de rendre C′ solidaire de r'. La lunette U′ est munie d'un oculaire nadiral n' et de deux fils réticulaires se croisant en I′ dans le plan focal de son objectif, dont nous désignons le centre optique par O′. Elle est reliée à T′ par deux vis u'_1, u'_2 rectangulaires entre elles et parallèles au limbe. En agissant sur ces vis, on peut faire varier la direction de O′I′ et la rendre perpendiculaire à L.

» L'arc divisé λ est en platine bien poli et réfléchit la lumière comme un bon miroir. Lorsque U′ est en place, vis-à-vis de λ, il suffit de regarder par n' pour voir, dans le champ, outre les fils réticulaires, leurs images simplement réfléchies. En agissant sur u'_1, u'_2 on fait coïncider I′ avec son image I'_1 ; alors l'axe optique O′I′ de U′ est rigoureusement perpendiculaire à L.

» Serrons la vis c' pour rendre U′ solidaire de r' et faisons tourner le système (TT′, U′, R) autour de r, en agissant sur l'alidade de M. Si la coïncidence entre I′ et I'_1 subsiste sur toute l'étendue de λ, r est bien perpendiculaire à L. Sinon, on agira sur les vis de réglage a, a' du coussinet C jusqu'à ce que cette coïncidence, établie sur un point de λ, persiste pendant cette rotation ; alors r sera rectifié.

» Après avoir ainsi rectifié le bras r, fixons-le au limbe en serrant la vis de l'alidade. Ensuite desserrons c' et faisons tourner le système (TT′, U′) autour de r' immobile. Si la coïncidence entre I′ et I'_1 se maintient, r' a bien la direction de r parallèle à l; l'axe R est bien exécuté et réglé ; de plus, O′I′ est parallèle à l'axe de la douille C′.

» 2° *Rectification du grand miroir* M. — Après avoir réglé R, établissons la coïncidence entre le carré réticulaire ρ de la lunette ordinaire U du sextant et son image triplement réfléchie ρ_1 sur les deux miroirs M, M′, en faisant varier l'inclinaison sur L de l'axe optique OI de U au moyen d'une vis u. Retournons M et R en ajustant r', au lieu de r, dans C. Si la coïncidence entre ρ et ρ_1 n'est pas détruite par ce retournement, M est parallèle à R ou perpendiculaire à L. Si elle est détruite, on agira sur la vis m de M pour réduire de moitié l'écart entre ρ et ρ_1, puis sur la vis u de U pour rétablir la coïncidence; on fera un nouveau retournement, et ainsi de suite, jusqu'à ce que cette coïncidence ne soit plus détruite par le retournement de (M, R).

» 3° *Rectification du petit miroir* M′. — Après avoir rectifié R et M, on rectifiera M′ à la manière ordinaire; on fera coïncider les deux images d'un point très éloigné, en agissant sur la vis de réglage m' de M′.

» 4° *Rectification de l'axe optique de* U. — Après avoir rectifié R, M, M', il suffira pour rendre OI parallèle à L de rétablir, en agissant sur la vis de réglage u de U, la coïncidence entre ρ et ρ_1 qui vient d'être détruite par le réglage de M'.

» Deuxième méthode. — Maintenons le précédent dispositif. Imaginons, en outre, que la lunette U soit portée, à angle droit, comme une lunette méridienne, par un axe S, avec une vis intermédiaire u permettant de faire varier l'inclinaison de U sur S. Les deux bras cylindriques s, s' de S sont sur le prolongement l'un de l'autre et s'ajustent également dans un coussinet Σ relié au limbe, de la même manière que le coussinet C, par l'intermédiaire de deux lames de ressort. En agissant sur deux vis σ, σ' correspondantes à ces lames, on peut les faire fléchir séparément et rendre Σ perpendiculaire au limbe. Les deux bras s, s' de S, les deux bras r, r' de R, les trois coussinets C, C', Σ sont travaillés ensemble avec soin, de telle sorte qu'un bras quelconque s'ajuste exactement dans un coussinet quelconque.

» 1° *Rectification de* R. — Comme dans la méthode précédente.

» 2° *Rectification de* S. — L'axe S de U étant en place, s dans Σ, l'axe optique O'I' de U' rendu parallèle, pendant la rectification de R, à la douille C' du système (TT', U'), ajustons cette douille sur s' et faisons tourner ce système pour mettre U' en face de λ. Regardant alors par n', si l'on voit le réticule de U' coïncider avec son image, s' est perpendiculaire à L; sinon, l'on agira sur σ, σ' pour produire cette coïncidence. En maintenant U' dans sa position au-dessus de λ, on fera tourner S sur lui-même autour de s pour s'assurer que la coïncidence n'est pas détruite; c'est-à-dire que S est bien construit et rectifié.

» *Rectification de* U. — L'axe S étant rectifié et la lunette U montée sur S, on établira la coïncidence de ρ, ρ_1; puis on retournera (U, S) sur Σ. Si la coïncidence subsiste, l'axe optique OI de U est perpendiculaire à S ou parallèle à L. Sinon, l'on agira sur U, par la vis u, pour réduire de moitié l'écart entre ρ et ρ_1; puis sur M, par la vis m, pour rétablir la coïncidence. On fera un nouveau retournement, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la coïncidence entre ρ et ρ_1 subsiste après comme avant le retournement de (U, S) sur Σ.

» Enfin on orientera les fils réticulaires de U, les uns parallèlement, les autres normalement au limbe L, en faisant tourner sur lui-même le coulant qui porte le réticule, jusqu'à ce que, pendant la rotation de M, la croisée de deux fils triplement réfléchis décrive un fil réel ou une parallèle à ce fil.

» 4° *Rectification simultanée de* M *et* M′. — Après avoir rectifié R, S, U, on rectifiera à la fois les deux miroirs M, M′. On les rendra d'abord parallèles en agissant sur la vis m de M pour faire coïncider les deux images p, p_1 d'un point éloigné P. On fera tourner M pour amener dans le champ de U l'image ρ_1, qui ne coïncidera plus, en général, avec ρ, mais s'en écartera dans le sens perpendiculaire au limbe. On détruira cet écart entièrement par M′, en agissant sur les vis de réglage m' de ce miroir. Revenant sur P, on recommencera cette suite d'opérations, jusqu'à ce que, sans plus toucher à m, m', on puisse observer successivement la coïncidence de p, p_1 et celle de ρ, ρ_1 par une simple rotation de M autour de R. Alors les deux miroirs sont perpendiculaires à L. »

MÉCANIQUE. — *Les transformations isogonales en Mécanique.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Darboux.

« Considérons le mouvement d'un point matériel dans un plan, dans le cas où il existe une fonction des forces $U(x, y)$. La détermination des trajectoires qui correspondent à une même valeur h de la constante des forces vives se ramène, comme on sait, à la recherche d'une intégrale complète de l'équation aux dérivées partielles

$$(1)\qquad \left(\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\theta}{\partial y}\right)^2=2(U+h).$$

» Posons $z=x+iy$, $Z=X+iY$, et soit $z=F(Z)$ une fonction analytique de la variable complexe Z; de cette relation on tire

$$(2)\qquad x=\varphi(X, Y),\qquad y=\psi(X, Y),$$

$\varphi(X, Y)$, $\psi(X, Y)$ étant deux fonctions des variables réelles X et Y, dont les dérivées vérifient les conditions

$$(3)\qquad \frac{\partial\varphi}{\partial X}=\frac{\partial\psi}{\partial Y},\qquad \frac{\partial\varphi}{\partial Y}=-\frac{\partial\psi}{\partial X}.$$

» Si, dans l'équation (1), on fait le changement de variables défini par les formules (2), on reconnaît immédiatement qu'elle devient

$$(4)\qquad \left(\frac{\partial\theta}{\partial X}\right)^2+\left(\frac{\partial\theta}{\partial Y}\right)^2=2(U+h)\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial X}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial Y}\right)^2\right].$$

» La nouvelle équation étant de même forme que la première, on est conduit à la proposition générale suivante :

» *Si l'on considère toutes les trajectoires correspondant à la fonction des forces* $U(x, y)$ *et à la valeur* h *de la constante des forces vives, et qu'on soumette ces courbes à la transformation isogonale* (2), *les nouvelles courbes seront les trajectoires correspondant à une nouvelle fonction des forces*

$$\{U[\varphi(X, Y), \psi(X, Y)] + h\}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial Y}\right)^2\right],$$

et à la valeur zéro de la constante des forces vives.

» Supposons, par exemple, qu'on ait

$$U = \frac{\alpha}{\sqrt{x^2+y^2}} + \beta, \qquad h = 0,$$

α et β étant deux constantes quelconques, et qu'on effectue la transformation isogonale $x = X^2 - Y^2$, $y = 2XY$; la nouvelle valeur de U sera

$$U = 4\alpha + 4\beta(X^2 + Y^2).$$

On passe ainsi de la loi d'attraction newtonienne à la loi de l'attraction proportionnelle à la distance; on vérifie d'ailleurs immédiatement qu'une conique ayant un foyer à l'origine donne, par la transformation précédente, une conique concentrique à l'origine.

» La fonction des forces U restant la même ainsi que la transformation isogonale (2), si l'on fait varier la constante des forces vives h, les courbes transformées ne sont pas, en général, les trajectoires d'un mobile pour une même fonction des forces. Il y a cependant un cas assez étendu où il en sera ainsi. Supposons que U vérifie la relation

$$\frac{\partial^2 \log U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \log U}{\partial y^2} = 0$$

ou, ce qui revient au même, soit de la forme $U = f(x+iy)f_0(x-iy)$, f_0 désignant la fonction conjuguée de f. Posons encore

$$z_0 = x - iy, \qquad Z_0 = X - iY, \qquad \int f(z)\,dz = Z, \qquad \int f_0(z_0)\,dz_0 = Z_0,$$

et supposons que des deux dernières relations on ait tiré

$$(5) \qquad z = \varphi(Z), \qquad z_0 = \varphi_0(Z_0).$$

» Si dans l'équation

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta}{\partial y}\right)^2 = 2[\alpha f(x+iy)f_0(x-iy)+\beta],$$

où α et β sont deux constantes quelconques, on fait la transformation définie par les formules (5), elle devient

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial X}\right)^2 = \left(\frac{\partial\theta}{\partial Y}\right)^2 = 2[\alpha + \beta\varphi'(Z)\varphi'_0(Z_0)];$$

par suite, les trajectoires correspondant à la fonction des forces

$$f(x+iy)f_0(x-iy)$$

donnent par la transformation (5) les trajectoires correspondant à la fonction des forces $\varphi'(X+iY)\varphi'(X-iY)$, et cela quelle que soit la constante des forces vives.

» En prenant $f(z)=z^m$, on est conduit à un résultat qui comprend comme cas particulier le résultat signalé plus haut. Si l'on considère un point matériel soumis à l'action d'une force centrale proportionnelle à la puissance $n^{\text{ième}}$ de la distance, les deux systèmes de trajectoires correspondant aux deux valeurs μ, ν de n se déduisent l'un de l'autre par une transformation isogonale lorsque μ, ν vérifient la relation

$$\mu\nu + 3(\mu+\nu) + 5 = 0$$

(il faut en excepter les cas de $\mu = -1$, $\mu = -3$).

» Les remarques ci-dessus s'appliquent aussi au mouvement d'un point matériel dans l'espace, et en général à tous les problèmes de Dynamique pour lesquels il existe une fonction des forces et où les liaisons sont indépendantes du temps. Si $q_1, q_2, \ldots, q_n$ sont les variables qui fixent la position du système et $2T$ la forme quadratique homogène en $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$ qui est égale à la force vive totale, il suffira de connaître une transformation telle que T se reproduise à un facteur près dépendant seulement de $q_1, q_2, \ldots, q_n$ pour avoir un théorème analogue à celui qui a été énoncé plus haut. »

Remarque sur la Communication précédente; par M. G. DARBOUX.

« Considérons un point matériel assujetti à se mouvoir sur une surface dont l'élément linéaire est défini par la formule

$$(1) \qquad ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2.$$

» S'il est soumis à des forces admettant un potentiel

$$(2) \qquad \mathrm{U} = \mathrm{F}(u, v),$$

on a l'intégrale des forces vives

$$v^2 = 2(\mathrm{U} + h)$$

et, d'après le principe de la moindre action, la recherche des trajectoires du mobile se ramène à celle des géodésiques d'une nouvelle surface dont l'élément linéaire est déterminé par la formule

$$ds'^2 = (\mathrm{U} + h)(\mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2).$$

» Si l'on remplace h par $\frac{\beta}{\alpha}$, β et α désignant deux constantes, on pourra substituer à l'expression précédente de ds^2 la suivante

$$ds^2 = (\alpha\mathrm{U} + \beta)(\mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2),$$

qui est linéaire par rapport à α et à β. De là résulte la conséquence suivante :

» *Si l'on sait résoudre le problème de Mécanique proposé avec la surface définie par la formule* (1) *et la fonction des forces* (2), *on saura le résoudre aussi avec la surface dont l'élément linéaire est donné par la formule*

$$(3) \qquad ds^2 = \mathrm{U}(\mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2),$$

la fonction des forces étant maintenant

$$(4) \qquad \mathrm{U}' = \frac{1}{\mathrm{U}} = \frac{1}{\mathrm{F}(u, v)}.$$

» Supposons, par exemple, que la surface primitive soit plane. On pourra prendre

$$ds^2 = dx^2 + dy^2,$$

x, y étant les coordonnées rectangulaires du mobile.

» Si l'on sait déterminer le mouvement de ce mobile quand la fonction des forces est

$$U = F(x, y),$$

on saura aussi déterminer le mouvement du mobile assujetti à demeurer sur la surface dont l'élément linéaire a pour expression

$$ds^2 = F(x, y)(dx^2 + dy^2),$$

la fonction des forces étant maintenant $\frac{1}{F}$.

» Si l'on veut que la nouvelle surface soit plane, on doit prendre

$$F = \varphi(x + iy)\psi(x - iy),$$

et l'on retrouve ainsi le théorème de M. Goursat [1].

» Le lecteur rattachera aisément aux développements qui précèdent la remarque suivante, que nous nous contenterons d'énoncer :

» *Toutes les fois que l'on aura sur une surface la solution complète d'un problème de Mécanique correspondant à une fonction des forces donnée mais quelconque, on saura, par cela même, trouver les lignes géodésiques de cette surface.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation du zinc et du cobalt.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« I. J'ai fait voir [2] avec quelle netteté on peut, par l'hydrogène sulfuré et en milieu acide, effectuer la séparation du zinc et du nickel. Ayant démontré, d'autre part [3], qu'en liqueur franchement acide les sels de cobalt se transforment moins facilement en sulfure que ceux de nickel, il y avait lieu de penser que la méthode qui avait réussi avec le nickel était également applicable au cobalt en présence du zinc. L'expérience, cependant, montre qu'elle est souvent défectueuse; le procédé n'est rigoureux

---

(1) On pourrait aussi obtenir des résultats intéressants en étudiant les cas dans lesquels une des deux surfaces est plane et l'autre sphérique.

(2) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 236.

(3) *Comptes rendus*, t. CV, p. 806.

qu'à la condition d'avoir peu de cobalt par rapport au zinc, de 5 à 6 pour 100 au plus; sinon le précipité de zinc renferme du cobalt et prend une teinte vert d'eau, due à l'existence d'une combinaison des deux sulfures de zinc et de cobalt et qui serait aux sulfures ce qu'est aux oxydes le vert de Rinnmann. Car si l'on mélange des poids de sulfures de cobalt et de zinc égaux à ceux que renferme le précipité formé dans la liqueur zinco-cobaltique, on a un produit gris noirâtre. Ce sulfure vert peut, dans certains cas, renfermer jusqu'à 3 et 4 pour 100 de son poids de sulfure de cobalt.

» II. Par exemple, en opérant comme dans le cas du nickel, et en portant même à 25 pour 100 la teneur de la liqueur en acide acétique pour un mélange synthétique de $0^{gr},249 ZnSO^4$ et $0^{gr},250 CoSO^4$, le sulfure vert formé et filtré après une heure de repos à 16° a donné $0^{gr},256$ de $ZnSO^4$ rosé, qui, traité à nouveau par la même méthode, s'est scindé en $0^{gr},249 ZnSO^4$ et $0^{gr},007 CoSO^4$.

» Si même la proportion de zinc s'abaisse notablement, le poids de sulfure de cobalt, précipité avec celui de zinc, s'exagère et, dans ce cas, le sulfure noircit en moins d'une heure. C'est ce qui a lieu pour un mélange synthétique de $0^{gr},037 ZnSO^4$ et $0^{gr},4625 CoSO^4$ dans une liqueur acétique à 25 pour 100. Après un repos de seize heures, le poids de CoS formé correspond à environ 30 pour 100 du cobalt mis en œuvre, exactement $0^{gr},130 CoSO^4$.

» L'action varie donc avec la nature des éléments, nickel ou cobalt, mis en présence du zinc, même dans des conditions où l'hydrogène sulfuré seul n'agit ni sur les sels de nickel ni sur ceux de cobalt, pris isolément. Ce fait n'est d'ailleurs pas unique dans l'histoire des sulfures, et je me réserve de signaler ultérieurement plusieurs exemples semblables.

» III. En tous cas, la comparaison des deux derniers essais nous conduit à conclure que le sulfure de zinc, même en petite quantité, est capable de provoquer la décomposition du sulfate de cobalt à froid en présence du sulfure d'hydrogène, et en liqueur fortement acétique, s'il n'y a pas au début de l'expérience de quantité notable d'acide sulfurique libre. J'ai alors cherché à résoudre le problème de la séparation du cobalt et du zinc en prenant, comme acide libre, l'acide sulfurique et en diluant proportionnellement pour ne pas empêcher la précipitation totale du zinc; en m'en tenant toutefois, pour ne pas avoir à opérer sur des volumes considérables de liquide, au cas où le poids de l'acide libre est égal *environ* à celui de l'acide en combinaison dans les sels en présence. Dans ces conditions, en

laissant reposer le sulfure formé pendant trois heures à 16°, j'ai eu les résultats suivants :

	Mélange synthétique dans 400^{cc}.		Trouvé.
$ZnSO^4$	0,055	$ZnSO^4$	0,055
$CoSO^4$	0,468	$CoSO^4$	0,4685
SO^3 libre	0,262		

» Si, en tant que résultats analytiques, les poids trouvés sont satisfaisants, le sulfure formé était cependant encore très faiblement teinté en vert, et le sulfate de zinc en rose. L'examen a prouvé que ces colorations n'étaient dues, pour ces faibles poids de sulfure et de sulfate zincique, qu'à des traces de cobalt de l'ordre des dixièmes de milligramme; mais il est évident que la séparation n'est pas encore absolue. L'expérience montre en effet que, dans le cas d'un mélange de *même poids total, un demi-gramme environ*, si les quantités pondérales des deux métaux sont moins dissemblables, l'écart entre les poids de sels mis en œuvre et ceux trouvés peut aller jusqu'à 2^{mgr} (par excès pour le sulfate de zinc, par défaut pour celui de cobalt), et va en augmentant d'autant plus que l'on opère sur des poids plus forts.

» IV. Cette teinte verte, que prend ZnS formé en présence de quantités notables de sels de cobalt, n'a jamais été mentionnée; cependant, je l'ai constatée également lors de l'emploi des acides citrique ([1]), oxalique, etc., qui ont été recommandés par divers auteurs, se basant sur l'action différente de HS sur les sels correspondants de zinc et de cobalt en solution acidulée par un excès du même acide. Ce fait n'est pas surprenant, puisque l'acide sulfurique et l'acide nitrique eux-mêmes laissent le chimiste aux prises avec les mêmes difficultés.

» En principe, le cobalt et le zinc, *même pris à l'état de sulfates*, ne peuvent être rigoureusement séparés par le gaz sulfhydrique en présence d'un petit excès d'acide sulfurique libre, que si la quantité de cobalt est relativement faible. La séparation est encore suffisamment approchée, s'il y a au contraire fort peu de zinc; mais, à part ces conditions limites, si l'on ne veut s'astreindre à augmenter la proportion d'acide libre, et par suite le

([1]) Méthodes que je me propose de discuter ultérieurement, ainsi que celle de Zimmermann, d'un emploi d'ailleurs fort délicat, et basée sur l'emploi du sulfocyanure d'ammonium.

volume du solvant, le mieux, si l'on veut un dosage absolument rigoureux, est de soumettre le précipité zincique retransformé en sulfate à un deuxième traitement.

» V. J'indiquerai plus tard les conditions d'une séparation, par voie sèche, du zinc d'avec le nickel et le cobalt. Elle est fondée sur la propriété que possèdent le chlorure de nickel et le chlorure de cobalt d'être absolument fixes à la température d'ébullition du soufre, propriété que j'ai déjà signalée, tandis qu'à la même température le chlorure de zinc a une tension de vapeur très considérable. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Observations sur la saccharification par la diastase.* Note de M. L. LINDET, présentée par M. Friedel.

« Le dédoublement de l'amidon en maltose et en dextrines sous l'influence de la diastase n'est pas le seul phénomène dont il faille tenir compte pendant la saccharification. Ce phénomène est toujours accompagné, en effet, d'une réaction secondaire, pendant laquelle la diastase attaque les dextrines et les transforme en maltose. Mais cette réaction n'est jamais complète; elle s'arrête quand il y a dans la liqueur une proportion déterminée de maltose, qu'elle ne peut dépasser, comme si ce maltose faisait obstacle à toute saccharification ultérieure des dextrines.

» Payen, à qui l'on doit cette remarque [1], a montré que cet obstacle n'est que passager, et que si l'on fait disparaître le maltose par la fermentation alcoolique, on voit, au fur et à mesure de cette disparition, la diastase, devenant libre pour ainsi dire, produire de nouveau du maltose aux dépens des dextrines.

» C'est sur ce fait que l'industrie de l'alcool de grains et de pommes de terre, qui met en fermentation des moûts saccharifiés par le malt, contenant, par exemple, $\frac{2}{3}$ de maltose et $\frac{1}{3}$ de dextrines, se base pour obtenir à l'état d'alcool la presque totalité de l'amidon que la graine ou le tubercule renfermait.

» Cette théorie a été mise en doute par O'Sullivan [2], qui a semblé dire que la saccharification de la dextrine est produite par l'action simultanée de la diastase et de la levure de bière. Elle a été encore contestée

---

(1) PAYEN, *Annales de Physique et de Chimie*, 4e série, t. IV, p. 286.
(2) O'SULLIVAN, *Société chimique*, t. XXXII, p. 493.

par Kjeldahl [1], qui a prétendu que cette action tardive de la diastase pendant la fermentation n'est pas due à l'élimination du sucre, et que, en abandonnant à elle-même une trempe pendant un temps suffisamment long, la saccharification atteindrait les mêmes limites que dans le cas où la trempe serait soumise à la fermentation.

» Ces contradictions m'ont engagé à chercher dans l'emploi de la phénylhydrazine, comme réactif permettant de précipiter le maltose à l'état de phénylmaltosazone insoluble, une nouvelle confirmation de la théorie de Payen. Le maltose une fois disparu, la diastase reprend son activité et saccharifie les dextrines.

» I. Je prépare un moût que je saccharifie à refus par la diastase ; ce moût contient alors une quantité de maltose maxima, que dans les conditions déterminées de l'expérience la saccharification n'a pu dépasser :

» 100^{cc} de ce moût renferment :

		Pour 100.
Maltose	$2^{gr},730$	70,1
Dextrine	$1^{gr},163$	29,9

» Je laisse ce moût en contact avec la diastase et, le chauffant à la température de 62° C., j'ajoute une quantité de chlorhydrate de phénylhydrazine et d'acétate de soude telle, que non seulement le maltose préexistant dans le moût, mais encore le maltose provenant de la saccharification ultérieure de la dextrine, soient précipités, et j'obtiens alors la disparition de $3^{gr},236$ de maltose ; la diastase a donc formé $0^{gr},506$ de maltose, aux dépens des dextrines contenues dans le moût. Près de 50 pour 100 des dextrines primitives se sont saccharifiées, dextrines que je n'aurais pu faire disparaître en présence du maltose.

» II. Une autre expérience me conduit au même résultat. Prenant deux parties égales d'un même moût, saccharifié également à refus, je précipite dans l'une et dans l'autre des quantités inégales de maltose par la phénylhydrazine.

» Les moûts ainsi débarrassés d'une partie de leur maltose présentent alors la composition suivante pour 100^{cc} :

		gr	Pour 100.
Moût A.	Maltose	2,660	32,9
	Dextrines	5,420	67,1
Moût B.	Maltose	6,340	60,3
	Dextrines	4,162	39,7

» J'ajoute dans chacun de ces moûts de la diastase, et je les abandonne pendant le

---

[1] Kjeldahl, *Comptes rendus des travaux du laboratoire de Carlsberg*, p. 148; 1879.

même temps à la température de 25° C., température à laquelle on voit, pendant la fermentation industrielle des moûts de grains, la diastase réagir sur les dextrines.

» Une partie du maltose étant disparue par la phénylhydrazine, la saccharification reprend aussitôt. Cette saccharification est plus active dans le moût A que dans le moût B, puisque le moût A contient moins de maltose que le moût B.

» Dans le premier cas, 2gr,431 de dextrines, soit 46,7 pour 100 des dextrines primitives, se trouvent saccharifiés, tandis que dans le second 0gr,545, c'est-à-dire 13,1 pour 100, sont, pendant le même temps, transformés en maltose.

» La saccharification s'arrête dans les deux cas, parce que la quantité de maltose a atteint son maximum, et les deux moûts offrent alors la composition suivante :

		gr	Pour 100.
Moût A.	Maltose..........	5,225	63,6
	Dextrine.........	2,989	36,4
Moût B.	Maltose..........	6,915	65,6
	Dextrine.........	3,617	34,4

» III. Enfin, dans une autre expérience, divisant en deux portions égales un même moût, j'élimine dans l'une tout le maltose, dans l'autre une partie du maltose seulement; l'une ne contient alors que des dextrines, l'autre contient 35 pour 100 de maltose et 65 pour 100 de dextrine. Je place dans les deux moûts une même quantité de diastase et je les abandonne à la température de 25°, comme dans l'expérience précédente.

» Dans le premier cas, une quantité de dextrines, représentant 62,3 pour 100 des dextrines primitives, disparaît; dans le second, une quantité représentant 47,0 pour 100 seulement.

» Le premier moût contient :

	gr	Pour 100.
Maltose.....................	3,363	64,2
Dextrine....................	1,873	35,8

» Le second :

Maltose.....................	4,683	66,1
Dextrine....................	2,396	33,9

» Il faut donc bien admettre que l'accumulation du maltose dans un moût cause l'arrêt de la saccharification même. Que le maltose disparaisse à l'état d'alcool ou d'acide carbonique ou qu'il disparaisse à l'état de composé phénylhydraziné insoluble, la diastase reprendra son action saccharifiante vis-à-vis des dextrines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux éthers neutres et acides des camphols. Phtalates.* Note de M. **A. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« Ces éthers se forment dans les mêmes conditions que les succinates ([1]).

» On chauffe en tubes scellés, pendant trois jours, à une température de 130°, un mélange de camphol et d'anhydride phtalique dans les proportions indiquées par l'équation

$$2C^{10}H^{18}O + C^8H^6O^3 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COOC^{10}H^{17}\\COOC^{10}H^{17}\end{matrix}\right. + H^2O.$$

» Le produit de la réaction se présente sous la forme d'une masse visqueuse, qu'on traite par de l'éther de pétrole. On obtient ainsi une espèce d'émulsion blanche, qu'on lave à plusieurs reprises avec une solution de carbonate de soude. Ces eaux de lavage sont réunies et traitées ultérieurement. On évapore la liqueur éthérée et le résidu est chauffé au bain-marie pour éliminer le bornéol non éthérifié. Il reste finalement un produit d'aspect résineux et cassant, d'un jaune d'ambre, qu'on dissout dans l'alcool bouillant. Par refroidissement de la liqueur, on obtient de fines aiguilles, constituées par du phtalate neutre de bornéol.

» Les eaux de lavage alcalines renferment, à l'état de sel de sodium, du phtalate acide de bornéol et de l'acide phtalique. On sursature par de l'acide sulfurique et on dissout le précipité dans de l'éther. Par évaporation de la solution éthérée, on obtient une masse confusément cristalline, quelquefois visqueuse, qu'on redissout dans de la benzine bouillante. En se refroidissant, ces dernières dissolutions abandonnent les phtalates acides en cristaux bien définis.

» Comme pour les succinates, et bien qu'on ait employé de l'anhydride phtalique et non de l'acide, il se forme donc, dans la réaction ci-dessus, un mélange d'éther neutre et d'éther acide, et il reste un excédent de bornéol non éthérifié.

» *Phtalates neutres droit et gauche* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COOC^{10}H^{17}\\COOC^{10}H^{17}\end{matrix}\right.$. — On a employé, pour la préparation de ces éthers, du bornéol $(\alpha)_D = +37,33$ et du bornéol retiré de l'essence de valériane $(\alpha)_D = -37,77$. Cristallisés au sein de l'alcool, ces phtalates se présentent

([1]) *Comptes rendus*, séance du 25 février 1889.

sous la forme de fines aiguilles blanches. Quand la cristallisation se produit au sein d'un mélange d'esprit-de-bois et d'éther, les aiguilles sont plus grandes et ont un aspect nacré. Ces corps sont très solubles dans l'éther, la benzine, l'éther acétique, solubles dans l'éther de pétrole, l'alcool et l'esprit-de-bois.

» *Phtalate neutre racémique.* — Cet éther a été préparé en mélangeant des solutions alcooliques de parties égales de phtalates de camphols droit et gauche. Il cristallise en petits prismes, rayonnant autour d'un centre commun, et est soluble dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther et la benzine.

» *Phtalates acides droit et gauche* $C^6H^4 \langle \begin{smallmatrix} COOC^{10}H^{17} \\ COOH \end{smallmatrix}$. — Cristallisés au sein de la benzine, ces éthers prennent la forme de tables quadrangulaires tronquées aux quatre angles. Les solutions alcooliques les abandonnent, au contraire, en houppes cristallines ou en prismes brillants. Ils sont solubles dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther, la benzine et les alcalis. Leurs dissolutions dans la soude se décomposent en phtalate de soude et bornéol, quand on les soumet à l'ébullition.

» *Phtalate acide racémique.* — Ce corps se dépose d'une solution benzénique d'un mélange de parties égales de phtalates de camphol droit et gauche. Il cristallise en fines aiguilles groupées en étoiles, très légères et ne ressemblant en rien aux dérivés droit ou gauche. Il est soluble dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther et la benzine.

» Nous avons réuni dans le Tableau ci-desous les points de fusion (corr.) et les pouvoirs rotatoires moléculaires (une molécule par litre de solvant) de tous les composés décrits.

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Phtalate neutre droit........	101,12	$(\alpha)_D = +79,54$
» » gauche......	101,12	$(\alpha)_D = -79,14$
» » racémique...	118,00	0
» acide droit........	164,48	$(\alpha)_D = +58,38$
» » gauche......	164,48	$(\alpha)_D = -58,27$
» » racémique...	158,34	0

» Les nombres qui précèdent font voir qu'il existe un plus grand écart entre les points de fusion des phtalates racémiques et des phtalates actifs que celui qui existe entre les succinates correspondants.

» Il faut de plus remarquer que le phtalate neutre racémique fond à une température plus élevée que les dérivés droit et gauche, tandis que le contraire a lieu avec les phtalates acides. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Effets généraux des substances produites par le* Bacillus heminecrobiophilus *dans les milieux de culture naturels et artificiels.* Note de M. S. **Arloing**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nous avons décrit, dans une Note précédente, les effets destructeurs considérables exercés par un microbe d'apparence saprogène, quand il est déposé dans un organe frappé de nécrobiose commençante (*Comptes rendus*, séance du 31 décembre 1888). Nous désirons compléter l'histoire de ce microbe. Aujourd'hui nous parlerons des effets physiologiques généraux des matières solubles qu'il fabrique pendant sa végétation dans un organe en voie de nécrobiose et dans un milieu artificiel.

I. Nous rappellerons que, si l'on injecte dans le testicule bistourné d'un bélier $0^{cc},5$ d'une culture du *Bacillus heminecrobiophilus,* on observe une destruction plus ou moins rapide et plus ou moins complète de l'organe. Celui-ci est converti tantôt en une masse semi-fluide, roussâtre, mêlée de gaz, tantôt en une matière jaunâtre d'aspect caséeux. La transformation s'opère au dedans d'une albuginée épaissie et œdémateuse, et elle s'accompagne de phénomènes généraux de résorption. Les vaisseaux du cordon testiculaire sont bien oblitérés; mais l'organe, exsangue dans sa profondeur, se greffe soit sur la face interne des enveloppes scrotales, soit sur le tissu conjonctif de la région inguinale et des vaisseaux sanguins, ne tardant pas à se répandre à sa surface, à la façon des vaisseaux omphalomésentériques sur la vésicule ombilicale. Ces vaisseaux absorbent continuellement une partie des matières solubles fabriquées par les microbes dans le milieu de culture naturel où ils évoluent.

» Il en résulte des phénomènes d'intoxication parfois assez graves pour donner la mort en deux ou trois jours. Le plus souvent, les animaux survivent; mais ils sont tristes, sans appétit, restent presque toujours couchés, languissent et perdent leur laine çà et là, spontanément ou à la moindre traction. On peut rendre très rapidement ces malades à la santé; il suffit pour cela de pratiquer l'ablation du testicule nécrobiosé.

» On remarquera que cette expérience réalise aussi complètement que possible le type d'une vaccination par les produits solubles de la vie microbienne sécrétés dans le cours d'une maladie virulente. Ainsi, le microbe végète en abondance dans une poche accidentelle qui fait néanmoins

partie intégrante de l'organisme; il fabrique sur place des matières toxiques qui passent dans le sang, comme en témoignent les symptômes généraux que nous avons signalés. On laisse ces poisons solubles se déverser pendant quinze à vingt jours dans le système circulatoire. Enfin, à un moment donné, on supprime toute communication entre le foyer de culture et l'organisme, et l'animal revient promptement à la santé.

» Malgré ces conditions éminemment favorables à la production de l'immunité, nous ne l'avons pas obtenue dans nos expériences. En effet, si l'on bistourne le second testicule, après l'ablation du testicule malade, et qu'on injecte à son intérieur le *Bacillus heminecrobiophilus*, on constate qu'il est détruit aussi rapidement que le premier. L'imprégnation du testicule sain par les produits solubles du bacille en question pendant quinze à vingt jours ne lui a donc pas communiqué l'état de vacciné.

» II. Si l'on injecte dans les veines le suc stérilisé et filtré d'un testicule réduit en pulpe par l'action du microbe ou le bouillon des cultures à sa sortie du filtre en porcelaine, on trouble gravement toutes les fonctions de l'organisme.

» Voici le résumé d'une expérience faite sur le mouton :

» Agneau pesant 9^{kg}; température rectale, $39^{\circ},4$. Injection lente de 5^{cc} de bouillon de culture dans la veine jugulaire. Immédiatement après, accélération de la respiration, tristesse. Quinze minutes après : 84 respirations par minute, tremblements, température à $40^{\circ},4$. Une demi-heure après l'injection : grande prostration des forces, tympanite, expulsion de matières diarrhéiques. Au bout de trois quarts d'heure : 66 respirations; température, $40^{\circ},2$; abattement profond; salivation, rictus, efforts de vomissement. Une heure plus tard, les forces semblent se relever; mais diarrhée verdâtre abondante; température, $39^{\circ},9$. La diarrhée persiste toute la soirée. L'animal est trouvé mort le lendemain matin. L'autopsie démontre des traces de congestion sur divers points de l'intestin et à la base des deux poumons.

» Le bouillon de culture renferme donc des substances pyrétiques et nauséeuses. L'action vomitive devient complète sur le chien.

» Le liquide qui s'est formé dans le testicule bistourné détermine des effets semblables à ceux du bouillon de culture; mais nous avons été surpris de lui trouver une puissance toxique neuf à dix fois moins grande.

» Plusieurs expériences nous ont permis d'établir que le bouillon de culture était toxique à la dose de $\frac{1}{2}$ centimètre cube par kilogramme d'agneau. Nous n'avons pas réussi à tuer le chien avec des doses doubles, ni le cobaye avec des doses six fois plus fortes.

» III. Le bouillon de culture et le suc du testicule en voie de destruc-

tion contiennent des substances insolubles, et d'autres solubles dans l'alcool. On peut séparer ces substances et les mettre en solution dans l'eau, au même titre environ que dans leur milieu naturel. Injectées isolément, elles sont proportionnellement moins actives que le bouillon de culture ou le suc testiculaire. Mais nous avons observé que les effets généraux les plus saillants, indiqués précédemment dans cette Note, sont l'œuvre des substances précipitables par l'alcool. Celles-ci produisent, sur le mouton, la tristesse, les tremblements, l'élévation de la température, la salivation et le rictus; sur le chien, elles déterminent, en outre, le vomissement, au bout d'une heure. A quantité égale, les substances solubles dans l'alcool produisent des effets insignifiants.

» *Conclusions.* — 1° Le *Bacillus heminecrobiophilus* ne confère pas l'immunité; 2° les produits solubles qu'il fabrique peuvent donner la mort s'ils s'accumulent dans le sang; 3° ces produits, pyrétiques et vomitifs, sont plus actifs quand ils se sont formés dans le bouillon de culture que dans un organe nécrobiosé; 4° ils doivent surtout ces propriétés à des substances précipitables par l'alcool. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure de l'épiderme chez les Serpuliens* [1]. Note de M. **Albert Soulier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans une Note précédente, j'ai exposé le procédé que la *Myxicola* et le *Branchiomma* emploient pour la construction de leurs tubes. Le mucus qui entre dans la composition du tube, n'étant pas le produit de l'activité des glandes périœsophagiennes, ne peut être sécrété que par l'épiderme. Les *Myxicola, Spirographis, Branchiomma, Sabella, Protula, Serpula, Hydroïdes,* que l'on trouve en abondance à la Station zoologique de Cette, m'ont permis d'étudier cet épiderme par la méthode des coupes et par celle des dissociations. Les animaux ont été fixés soit par le sublimé acétique, soit par les liqueurs de Foll, de Müller, de Flemming, soit par l'alcool absolu. Les colorations ont été faites avec le carmin boraté, le carmin aluné et les couleurs d'aniline. L'emploi des colorations doubles, obtenues à l'aide de l'hématoxyline et de l'éosine, m'a donné d'excellents résultats. Toutefois les divers procédés que je viens d'indiquer ne m'ont donné que des renseignements insuffisants. La complication des éléments

---

[1] Ces recherches ont été faites à la Station zoologique de Cette.

qui constituent l'épiderme est très grande ; la limite des cellules est peu distincte, l'affinité pour les colorants est variable ; en outre, les éléments se rétractent beaucoup, et il est fort difficile, après l'examen des coupes seules, d'arriver à une notion exacte de la constitution des téguments. Aussi ai-je dû avoir recours, pour compléter ces résultats insuffisants, à la méthode des dissociations. Ici encore les difficultés sont grandes ; l'épiderme fraîchement détaché du corps de l'animal ne se laisse pas dissocier ; il faut, de toute nécessité, laisser séjourner pendant un temps parfois très long dans un liquide macérateur les téguments que l'on veut étudier. Les boucliers de *Branchiomma*, par exemple, après un an de macération dans le bichromate d'ammoniaque à $\frac{1}{1000}$, ne m'ont présenté que des cellules insuffisamment isolées. Ce même réactif n'a produit aucun effet sur la membrane thoracique de la Protule. J'ai dû faire usage de tous les liquides macérateurs employés en pareil cas. De tous, celui qui m'a donné les meilleurs résultats est le sulfocyanure de potassium. Mais l'action dissociatrice du sulfocyanure étant trop brutale et portant atteinte à l'intégrité des éléments, j'ai dû, après bien des essais, en tempérer l'action par l'addition de certains fixateurs dans des conditions qu'il serait trop long d'exposer ici. C'est là une technique spéciale qui m'a donné d'excellents résultats et m'a permis de pousser plus loin que mes devanciers l'étude de ces tissus complexes et souvent fort difficiles à déchiffrer.

» Claparède avait avant moi traité ce sujet et était arrivé à des conclusions, à certains égards, semblables aux miennes, mais qui en diffèrent sous d'autres rapports. Comme lui, je trouve deux couches dans l'épiderme et les boucliers : une périphérique ou épiderme proprement dit, et une profonde ou sous-épidermique. Sur les coupes de la couche épidermique, on constate la présence de nombreuses alvéoles, les unes transparentes, c'est-à-dire vides, les autres remplies de granulations ou d'un liquide homogène absorbant les colorants avec intensité. Ces alvéoles (follicules muqueux de Claparède) sont les éléments chargés de l'élaboration du mucus ; l'aspect granuleux ou homogène correspond à un degré d'élaboration plus ou moins grand de celui-ci. Les alvéoles sont entourées par des fibrocellules nucléées absorbant les colorants avec une intensité moindre. Parfois une seule cellule nucléée, ou un petit groupe de cellules nucléées, s'interpose entre deux alvéoles (épiderme des tores et des boucliers) ; dans ce cas, l'épiderme est alvéolaire. Parfois, au contraire, le groupe est plus important (face dorsale). Une coupe passant par ce point offre l'aspect d'un épithélium cylindrique. C'est après l'examen de semblables coupes que

Claparède avait attribué à tort aux Spirographis un épithélium cylindrique. La couche sous-épidermique (couche de noyaux de Claparède) offre une constitution analogue, alvéoles entourées par des cellules nucléées. Son épaisseur diffère suivant les points. Dans les tores, elle est plus développée qu'à la face dorsale; à la face ventrale, elle l'est encore davantage. C'est à son grand développement qu'est due la partie profonde des boucliers. Les dissociations de l'épiderme proprement dit révèlent la présence de deux ordres d'éléments. Les uns sont des cellules à mucus, granuleuses, à noyau sphérique, absorbant les colorants avec intensité, munies à leur extrémité inférieure d'un ou plusieurs prolongements. Les autres, qui entourent les premières, sont des cellules épithéliales se colorant peu. A la face dorsale et ventrale, elles affectent la forme de cellules en pinceau, avec plateau et noyau ovalaire; dans les tores, elles prennent la forme d'un cône terminé par une fibre grêle et longue. Il en est de même pour la partie sous-épidermique, où l'on retrouve les deux ordres de cellules; mais ici les cellules à mucus, se colorant beaucoup, sont fréquemment munies de prolongements à leurs deux extrémités; les cellules qui les entourent sont peu avides de colorants, et se terminent aussi à leurs deux extrémités par une ou plusieurs fibres. Ces derniers éléments ne diffèrent en rien de véritables cellules conjonctives.

» Chez tous les Serpuliens que j'ai examinés, la constitution des téguments est la même. On retrouve toujours les deux couches épidermique et sous-épidermique, toutes les deux composées de fibrocellules épithéliales ou conjonctives enclavant des fibrocellules à mucus. Les différences ne résident que dans les dimensions des fibrocellules et de leurs prolongements.

» L'épiderme des Serpuliens est donc un épiderme formé de deux couches; la couche sous-épidermique s'accroît en épaisseur dans certains cas et constitue les boucliers. Le besoin d'une sécrétion de mucus prompte et abondante a déterminé un développement particulier de la partie sous-épidermique en des points spéciaux de la surface cutanée. La Myxicola sécrète un tube très épais en quelques minutes. Cette rapidité s'explique par le développement excessif des boucliers, qui ne se trouvent pas localisés en un point donné, mais consistent en un épaississement de l'enveloppe tégumentaire tout entière, entourant le corps de l'animal comme un manchon également développé en tous les points de la surface cutanée.

» Quelle origine peut-on attribuer aux deux sortes d'éléments qui constituent la couche épidermique? Toutes les fibrocellules épidermiques

sont terminées par un ou plusieurs prolongements. Il en est de même pour les fibrocellules à mucus. La constance de ce prolongement établit la parenté de ces deux ordres de cellules avec la cellule de tissu conjonctif. En outre, on aperçoit fréquemment sur les coupes la couche sous-épidermique encombrée de cellules à mucus, dont quelques-unes, par leur extrémité supérieure, écartent les fibrocellules épidermiques accolées les unes aux autres et se glissent entre elles comme un coin pour arriver à l'extérieur. La fibrocellule à mucus ne naît donc pas dans la couche épidermique, mais bien dans la couche conjonctive sous-épidermique. Il en est de même pour les fibrocellules de soutien : on voit souvent, en effet, une fibrocellule de remplacement dont la partie supérieure est enclavée au milieu de fibrocellules épidermiques et dont la partie inférieure ne s'est pas encore complètement dégagée de la couche conjonctive sous-épidermique.

» Je crois donc que les divers éléments, fibrocellules de soutien et fibrocellules à mucus, qui constituent la couche épidermique chez les Serpuliens, reconnaissent pour origine la couche sous-épidermique, et ne sont autre chose qu'une différenciation des cellules conjonctives qui entrent dans la composition de celle-ci. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation des anthérozoïdes des Hépatiques, des Mousses et des Fougères;* par M. **Léon Guignard**.

« Dans une Communication récente [1], j'ai fait connaître le mode de formation de l'anthérozoïde des Characées; la présente Note est le résumé des résultats auxquels je suis arrivé en étudiant au même point de vue les Hépatiques, les Mousses et les Fougères.

» I. Chez toutes les Hépatiques examinées (*Pellia, Jungermannia, Anthoceros, Frullania, Marchantia,* etc.), appartenant à divers types de structure, le développement présente les mêmes caractères essentiels. Le *Pellia epiphylla* est une de celles qui se prêtent le mieux à l'observation et peut avantageusement servir d'exemple.

» Dans cette espèce, les cellules mères des anthérozoïdes ont une forme discoïde, avec un côté plat et l'autre un peu convexe; elles restent soudées deux à deux par leur face plane, jusqu'à la maturité de l'anthérozoïde qui naît dans chacune d'elles.

[1] *Comptes rendus,* 7 janvier 1889.

» Pour former le corps de ce dernier, le noyau, primitivement central, se porte sur le côté de sa cellule mère, de façon à n'être plus recouvert, à sa face externe, que par une mince couche de protoplasme. D'abord arrondi ou ovoïde, il prend la forme d'un épais croissant, dont l'un des bouts s'allonge en une pointe qui représente l'extrémité antérieure du corps de l'anthérozoïde. L'allongement continuant, le corps se courbe en direction spiralée; son extrémité antérieure, toujours plus mince, vient se juxtaposer à l'extrémité postérieure qui reste plus épaisse : il en résulte un premier tour de spire. Finalement, la spirale atteint en moyenne trois tours et demi.

» Dès qu'on voit apparaître l'extrémité antérieure du corps, la mince couche de protoplasme, qui recouvrait au début la face externe du noyau, se différencie en une bande hyaline qui se continue aussitôt du côté opposé, tout autour du protoplasme granuleux. Elle sert à former les deux cils, qui partent de l'extrémité antérieure du corps et atteignent très rapidement leur longueur définitive, égale à celle de la spirale dont ils suivent le contour.

» Le protoplasme granuleux, compris dans la spirale, est peu à peu digéré et absorbé par l'anthérozoïde en voie de développement; à l'état adulte, il n'en reste que quelques traces, accolées à la face interne de l'extrémité postérieure du corps.

» Les différences qu'on observe chez les autres Hépatiques ne portent guère que sur la forme et la grosseur des cellules mères, la longueur du corps spiralé considéré isolément ou par comparaison avec les cils.

» 2. Les Mousses offrent une analogie complète avec les Hépatiques, quant à la métamorphose du noyau et à l'origine des cils. Les caractères particuliers consistent en ce que, dans les *Sphagnum*, par exemple, le corps de l'anthérozoïde qui comprend à la maturité deux tours de spire, dont le premier est beaucoup plus large que le second, entraîne avec lui, en sortant de sa cellule mère, un résidu protoplasmique sous la forme d'une vésicule renfermant quelques granulations et une petite masse amylacée accolée à l'extrémité postérieure du corps. Les deux cils insérés sur l'extrémité antérieure, qui présente l'aspect d'un très petit bouton brillant, sont toujours un peu plus longs que le corps lui-même.

» 3. Les Fougères possèdent des anthérozoïdes plus gros que ceux des Muscinées et pourvus d'un grand nombre de cils. J'ai étudié leur développement dans les Polypodiacées (*Adiantum*, *Gymnogramme*, *Pteris*, *Pellea*, *Aspidium*, *Asplenium*), dans les Osmondacées (*Osmunda*), et aussi

dans le groupe particulier des Marattiacées (*Angiopteris*). Il est partout le même, et voici ce qu'on observe, par exemple, dans l'*Angiopteris evecta*, dont les cellules mères d'anthérozoïdes sont, comme chez les autres Fougères, arrondies ou ovoïdes au moment où naissent les anthérozoïdes.

» Comme dans les cas précédents, le noyau devenu latéral s'étire en un croissant, dont l'un des bouts devient l'extrémité antérieure du corps. Celle-ci forme bientôt un bec crochu, qui s'allonge en direction spiralée, tandis que, dans la partie médiane et à l'autre extrémité, le noyau reste d'abord très épais. A l'état adulte, le corps de l'anthérozoïde forme en moyenne deux tours et demi de spire; le dernier est beaucoup plus large que les autres. La partie antérieure du corps est relativement grêle, la postérieure épaisse; à la sortie de l'anthérozoïde, cette dernière entraîne avec elle une vésicule qui renferme des granulations amylacées et le résidu du protoplasme nutritif.

» La formation des cils a lieu, ici encore, dès que l'extrémité antérieure du corps est apparente. La couche protoplasmique hyaline qui doit les fournir et qui part de cette extrémité, en revêtant la surface externe du noyau, se différencie tout de suite, non pas simplement du côté opposé, à la façon d'une bande annulaire, mais sur toute la surface du protoplasme granuleux. Ce revêtement, complet chez les Fougères, est en rapport avec le nombre élevé et la longueur des cils. Leur formation se manifeste d'abord sur la face externe du corps, à partir de l'extrémité antérieure; elle se complète rapidement dans toute leur longueur, qui dépasse un peu celle du corps adulte. Ils s'insèrent, comme une crinière, sur la moitié antérieure du premier tour de spire.

» Au total, les résultats qui précèdent montrent que, chez les Hépatiques, les Mousses et les Fougères, c'est encore, comme chez les Characées, le noyau, et le noyau seul, qui se transforme directement, en s'allongeant, en une bande spiralée, pour donner le corps de l'anthérozoïde. Les cils naissent de très bonne heure aux dépens d'une couche protoplasmique hyaline, différenciée à cet effet à la surface du noyau et du protoplasme nutritif. Ce dernier est soit complètement, soit partiellement absorbé pendant l'accroissement du corps de l'anthérozoïde.

» La transformation morphologique du noyau s'accompagne de modifications internes qui rendent finalement le corps spiralé homogène et également chromatique, sauf dans la partie postérieure, un peu moins

colorable par les réactifs de la nucléine. Ce corps est pourvu d'une enveloppe hyaline excessivement mince. »

BOTANIQUE. — *Influence des substances minérales sur la structure des végétaux.* Note de M. HENRI JUMELLE [1].

« La constitution anatomique et morphologique de la plante est, en général, intimement liée aux conditions externes dans lesquelles cette plante se développe. Elle varie, comme on sait, dans de certaines limites, avec l'intensité d'éclairement, l'état hygrométrique, le degré d'altitude et la nature du sol. Il est donc à supposer que l'absence complète de substances minérales, depuis le début de la germination, aura de même un certain retentissement sur la constitution des plantes placées dans ces conditions anormales de végétation.

» Pour déterminer cette influence, des expériences ont été faites sur des Lupins cultivés dans l'eau distillée. D'autres Lupins ont été en même temps élevés, toutes conditions égales d'ailleurs, dans une solution minérale nourricière (solution de Knop).

» Pendant les premiers temps de végétation, alors que les feuilles sont encore en petit nombre et peu développées, il est impossible de saisir aucune différence appréciable entre les deux séries de cultures. Mais, vers l'apparition de la cinquième ou sixième feuille, pour le Lupin, des différences très nettes surviennent, qui s'accentuent avec le développement.

» Après soixante jours de végétation, par exemple, le nombre des feuilles est le même, en moyenne, dans les deux lots de plantes; mais, tandis que la tige des plantes poussant dans l'eau distillée atteint une hauteur moyenne de $0^m,22$, la tige des plantes nourries de sels ne mesure environ que $0^m,16$. De plus, dans la première, les entre-nœuds sont longs et *grêles*, les feuilles sont *petites* et *très vertes*. Dans le second, au contraire, où les sels ont pu entrer abondamment dans la plante, les entre-nœuds sont courts et *épais*; les feuilles sont *grandes*, mais *jaunâtres*.

» Ces différences morphologiques sont accompagnées de différences anatomiques qu'on peut ainsi résumer :

» Dans l'axe hypocotylé des plantes élevées avec la solution minérale,

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

le parenchyme cortical prend un grand développement; la zone libéro-ligneuse se compose de quatre faisceaux bien distincts, où les vaisseaux sont larges et en grand nombre, plongés dans un parenchyme abondant.

» Dans l'axe hypocotylé des plantes privées de substances minérales, le parenchyme cortical est bien plus réduit que précédemment; on n'observe plus ici qu'un anneau libéro-ligneux continu, constitué surtout par des fibres très serrées, entre lesquelles n'apparaît qu'un très petit nombre de cellules à parois minces.

» La partie épicotylée de la tige présente les mêmes différences, en ce qui concerne la zone libéro-ligneuse; de plus, le péricycle présente, chez les plantes élevées dans l'eau distillée, de nombreux paquets de sclérenchyme, qui manquent dans l'autre cas. L'abondance de parenchyme sous l'influence des sels est ici marquée surtout dans la moelle.

» *La présence de substances minérales dans la plante est donc accompagnée d'une production plus grande de parenchyme et d'une formation moindre d'éléments de soutien.*

» Les feuilles sont aussi dissemblables au point de vue anatomique qu'au point de vue morphologique. Tandis que, chez les plantes privées de sels, le parenchyme de la face supérieure présente des cellules petites, mais nettement palissadiques, chez les plantes qui en sont pourvues, au contraire, les cellules en palissade se distinguent moins nettement, par leur forme, des cellules de la face inférieure. L'épiderme offre, en outre, chez ces dernières, des cellules à parois plus ondulées et des stomates plus nombreux que l'épiderme des plantes élevées dans l'eau pure.

» Il est à remarquer que toutes ces variations de structure ont déjà été signalées sous l'influence d'autres conditions.

» C'est un fait bien connu que l'obscurité retarde la lignification et développe le parenchyme. M. L. Dufour a montré que les feuilles des plantes exposées à l'ombre ont les parois de leurs cellules épidermiques ondulées et que la surface des feuilles augmente avec l'humidité du sol. M. Vesque a de même constaté que, dans l'air humide, les feuilles sont moins ouvertes que dans l'air presque sec, plus pâles, et présentent une différence moindre dans la forme des cellules des deux faces. Ainsi, dans tous ces cas, obscurité, ombre, humidité de l'air ou du sol, il y a tendance à une proportion d'eau plus grande dans les cellules.

» Or, si nous desséchons les plantes que nous venons d'étudier, nous observons précisément que, d'une façon générale, la tige et les feuilles des

plantes pourvues de sels renferment une proportion d'eau plus grande, à cette époque, que ces mêmes organes dans les plantes privées de sels.

» Cette proportion d'eau plus grande, dans le second cas, est due (comme j'ai pu m'en assurer par des expériences faites en dehors de l'organisme) à la présence des sels qui attirent et retiennent une certaine quantité d'eau.

» Ainsi la plante qui renferme des sels contient également plus d'eau que la plante élevée dans l'eau distillée. Or cette plante présente en même temps les caractères morphologiques et anatomiques des plantes qui, sous d'autres influences extérieures, renferment de même une proportion plus forte d'eau. Il nous semble légitime, en trouvant dans les faits observés la même cause (une plus grande abondance d'eau), d'y rapporter les mêmes effets.

» En résumé, *l'absence de sels modifie notablement la structure de la plante ; mais ces modifications paraissent dues, en grande partie, moins à l'absence même de sels qu'à la diminution d'eau de constitution qui en résulte.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Examen des roches houillères à* Bacillarites *Stur.* Note de M. **Stanislas Meunier.** (Extrait.)

« M. C. Grand'Eury a bien voulu me demander d'étudier une très singulière roche qu'il a découverte à plusieurs reprises dans le terrain houiller de la Loire, du Gard et de diverses autres régions. C'est une sorte de grès, généralement très foncé, auquel MM. Grand'Eury et Favarcq ont attribué une origine organique (1). Parmi les éléments qui le composent, se présentent, en abondance extrême, de petits corps grêles et allongés, que les auteurs ont très justement rapprochés d'échantillons que M. D. Stur a signalés dans un gore blanc de la couche de houille de Radnitz dite *de quatre toises,* et qu'il a désignés sous le nom de *Bacillarites problematicus.*

» La roche recueillie par M. Grand'Eury a pour densité 2,437. Dans l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, elle se désagrège à la longue et les paillettes nacrées dont sont constitués les Bacillarites peuvent être séparées par l'agitation. Sous le microscope elles se montrent transparentes,

(1) *Comptes rendus,* t. CIV, p. 398.

à peine grisâtres, fibreuses et clivables : le maximum d'extinction est dans le sens des fibres. La densité est 2,41. Une analyse réalisée sur près de 1^gr a donné : silice, 46,4 ; alumine, 38,4 ; acide phosphorique, 0,5 ; chaux, 1,2 ; fer, *traces;* eau, 15,0 ; total : 101,7.

» Ces nombres sont fort voisins de ceux que donnent diverses variétés de pholérite, et il y a d'autant plus de raison de rapporter à ce minéral la substance des Bacillarites qu'on la voit, dans la roche, remplir des fissures et des vides variés, comme fait si souvent la pholérite ordinaire.

» En examinant à la loupe les Bacillarites couchés sur les lits de la roche qui les renferme, on les voit se répartir en deux groupes : 1° ceux qui, relativement gros, présentent un profil extérieur plus ou moins anguleux et une surface interrompue à la fois par des stries longitudinales et par des joints transverses (articulations?) : j'en ferai le *Bacillarites Grand'Euryi;* 2° ceux qui, relativement longs et fins, sont tout à fait cylindriques, très contournés sur eux-mêmes, rarement articulés et non striés en long, ayant une apparence vermiforme accentuée : ils constitueront le *B. Favarcqii.* J'ai surtout étudié la première de ces formes, dont les spécimens sont bien plus nombreux et les caractères spécialement nets. En taillant des lames minces, on constate que les Bacillarites sont tout à fait transparents et que la pholérite dont ils sont formés est en fibres convergeant toutes vers l'axe : ces fossiles sont ordinairement brisés et il est même assez difficile d'en retrouver les extrémités ; celles-ci sont atténuées, mais non aiguës comme dans un autre type qui sera cité tout à l'heure.

» Dans un certain nombre de coupes, on voit, à la partie extérieure des cylindres, une enveloppe continue, distincte à la fois des matières environnantes et des fibres rayonnantes de l'intérieur, limitée par deux surfaces parallèles et ayant toutes les apparences d'une cuticule. Quelquefois, elle est noire, opaque et houillifiée ; souvent elle est incolore, active sur la lumière polarisée et formée de pholérite autrement disposée que celle des fibres intérieures. Une autre particularité fréquente, c'est l'existence d'un filet cylindrique, disposé suivant l'axe des Bacillarites. En troisième lieu, et malgré la prudence nécessaire en un semblable sujet, je crois devoir signaler d'autres particularités, qu'on peut appeler *anatomiques,* du *B. Grand'Euryi.* Ce sont des filets limpides, qui se présentent exceptionnellement dans quelques échantillons, et qui sont disposés entre les fibres de pholérite, c'est-à-dire perpendiculairement à la longueur de l'objet problématique. Ils ont une constance remarquable de caractères et semblent résulter du moulage de canaux se dilatant vers la périphérie des Bacillarites en une sorte de

chambre ovoïde, dont les deux ouvertures opposées sont en rapport, l'une avec l'extérieur et l'autre avec le canal qui plonge vers l'axe.

» Ce qui s'éloignerait le moins de ces corps singuliers, parmi les objets que nous connaissons, ce serait un organisme animal plus ou moins comparable à celui des larves aquatiques d'insectes possédant un tégument chitineux externe, un organe digestif plus ou moins axial, et des tubes trachéens avec dilatation sous-stigmatique, mettant les profondeurs du corps en communication avec l'atmosphère.... Quant à la matière pholéritique qui constitue ces fossiles, elle résulte d'infiltrations, dans le vide des coques, comme dans les fissures et les autres cavités de la roche encaissante. La disposition rayonnée des fibres minérales, identique à celle des fibres de calcite de la plupart des bélemnites, est une preuve de cette origine. Le canal axial peut avoir ordinairement pour simple cause la terminaison des fibres cristallines, sans témoigner de l'existence antérieure d'un organe réel; mais il est des cas où celui-ci semble indiqué par des indices d'enveloppe propre.

» Il me reste à dire un mot d'un autre Bacillarite, que j'ai inopinément observé dans des conditions singulières, puisque c'est au sein d'une matière qu'on a donnée comme tombée du ciel. En étudiant de nouvelles coupes de la roche charbonneuse recueillie à Grazac, dans le Tarn, par M. Caraven-Cachin [1], comme arrivée sur le sol à la suite de l'explosion d'un bolide, le 10 août 1885, j'y ai noté des particularités de structure qui sont de l'ordre des précédentes. J'inscris l'organisme dont il s'agit sous le nom de *Bacillarites amphioxus*. Il est relativement très court, fusiforme et terminé aux deux bouts en forme de pointe aiguë. Une même préparation en contient une demi-douzaine d'individus, ayant la structure fibreuse et rayonnante, et le canal axial déjà décrit. Peut-être la soi-disant météorite de Grazac n'est-elle qu'un nerf de houille terrestre. »

GÉOLOGIE. — *Le genre Amphion (Pander) à Cabrières (Hérault).* Note de M. DE **ROUVILLE**, présentée par M. Hébert.

« Au cours de mes recherches pour retrouver dans les environs de Cabrières la faune primordiale, si heureusement découverte par M. Bergeron dans la région de Ferrals, je me heurtais depuis longtemps contre un

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1813.

paquet puissant de schistes, dont la situation me paraissait avoisiner tout au moins l'horizon des Paradoxides. Le caractère pétrographique des roches en question ne rappelait en rien les schistes diversement colorés de la faune première; mais leurs relations stratigraphiques me donnaient lieu d'augurer qu'elles avaient dû suivre de près le dépôt de ces derniers.

» Aucune trace organique n'avait jusqu'ici répondu à mon appel; des fouilles persévérantes viennent de livrer à mon fidèle guide Escot des empreintes d'Amphion, dont j'ai soumis l'examen à la compétence de mon savant collègue M. Barrois : il y a reconnu une espèce nouvelle, très rapprochée de l'*A. Lindaneri* Barr.

» On sait que l'*A. Lindaneri*, établi sur un pygidium unique, a été rencontré dans la bande de quartzite située à la base de l'étage D, en recouvrement immédiat sur les schistes fossilifères de Ginetz (étage C). Barrande (*Silurien*, vol. I, p. 71) le donne avec l'*Orthis desiderata* comme les espèces les plus anciennes de son étage des quartzites.

» Il m'a paru intéressant de faire connaître la présence à Cabrières de ce genre, qui n'y avait pas encore été signalé et qui établit un nouveau terme commun entre notre inépuisable région de l'Hérault et les contrées siluriennes classiques, la Bohême et la Russie. »

M. **Hébert** fait observer que la présence de l'*Amphion Lindaneri* dans la faune seconde de Cabrières a été signalée en 1875 par M. de Tromelin (Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Nantes). M. de Rouville donne sur la position de ce fossile des indications nouvelles, qu'il croit plus précises et qu'il est bon de faire connaître.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'ouragan du 7 au 9 février 1889, à Prague.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**, présentée par M. Janssen.

« Depuis le 20 décembre 1884, on n'avait pas observé à Prague une pareille dépression barométrique : le 9 février dernier, à 2^h après midi, le baromètre marquait $713^{mm},50$ sur le barographe Richard.

» Le 20 décembre 1884 et le 9 février 1889 sont deux jours correspondants de la période solaire (demi-rotation du Soleil, de $12^j,5935$, d'après M. Faye). En effet, l'intervalle de ces deux dates est de 1512 jours, et $12^j,5935 \times 120 = 1511^j,22$; la différence n'est que de $0^j,78$.

» D'autre part, le 9 décembre 1884, se produisirent des ouragans ef-

froyables sur les côtes de la Méditerranée, dans le canal de la Manche et dans la Nouvelle-Écosse; le 21 décembre, le grand ouragan du Japon renversait 500 maisons et tuait 1800 personnes; du 21 au 24 décembre, en Bohême, les communications dans les montagnes du nord-ouest furent suspendues, les chemins de fer furent bloqués par la neige; du 19 décembre au 20, tremblement de terre près des Açores; marée énorme le 20 dans le canal de la Manche; le 22 décembre, secousses très violentes aux îles Canaries, tremblement de terre à Lisbonne; enfin, le 25, grand désastre par un tremblement de terre violent dans l'Espagne méridionale.

» Nous voyons se reproduire des phénomènes semblables en 1889, du 7 au 9 février, juste après 120 demi-rotations solaires. A Prague, le baromètre descend, depuis le 6 février à 6^h du matin où il marquait $737^{mm},50$, jusqu'à $729^{mm},26$ le 7, à 2^h après midi, remontant le 8 à 2^h après midi jusqu'à $734^{mm},80$, pour descendre le 9, à 2^h après midi, à $718^{mm},78$, atteignant enfin la baisse inouïe, à 3^h après midi, de $713^{mm},50$. Des coups de vent effroyables produisent dans les maisons la sensation d'un tremblement de terre, déchirent les fils téléphoniques, dont la chute dans les rues est si violente que des chevaux sont grièvement blessés. De Hambourg à Méran, en Tyrol méridional, vent furieux accumulant des masses énormes de neige; Dresde est pendant trois jours isolé; plusieurs tours d'églises sont frappées par la foudre; à Cassel, la tour est renversée. La neige atteint 3^m de hauteur dans les montagnes, en Bohême et même en Autriche; en Hongrie méridionale, fortes secousses ondulatoires de tremblement de terre. Du 7 au 9, ouragan effroyable en Angleterre; beaucoup de naufrages, même en Danemark et en Russie; les communications sont suspendues en Galicie par les masses de neige tombées; les chemins de fer de toute l'Autriche sont bloqués par la neige. La température, d'abord assez haute pour la saison, de $+2°,6$ C. le 9 à 2^h, descend continuellement à $-10°$C. le 13 et à $17°,2$C. le 14.

» Les orages à neige, les orages électriques, le tremblement de terre, les baisses brusques barométriques extraordinaires et le changement de température rapide, tous ces phénomènes atmosphériques, électriques et séismiques se produisent ensemble à ces deux époques, séparées par un intervalle de 120 demi-rotations solaires.

» J'ai pu constater, en outre, que les phénomènes solaires les plus extraordinaires ont accompagné ces perturbations.

» La photographie du Soleil au foyer d'une lentille aplanétique de M. Steinheil montre, le 11 décembre à $4^h 2^m$, des zones d'absorption coni-

ques très blanches, entourant le disque solaire et atteignant quatre diamètres solaires; depuis le 12 jusqu'à la fin du mois de décembre 1884, en raison du mauvais temps, des bourrasques et de la neige, aucune photographie n'a pu être obtenue. Le même phénomène se répète en février 1889; depuis le 1er février, les zones d'absorption autour du Soleil deviennent de plus en plus blanches, avec des dimensions et des formes extraordinaires. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des épreuves positives prises avec la lentille aplanétique de Steinheil, à l'observatoire astrophysique de l'École polytechnique, à Prague, et avec une lentille aplanétique de Sutter au faubourg Smichow; elles montrent que ces phénomènes sont tout à fait indépendants des lentilles employées, de leur ouverture relative et absolue, et des procédés photographiques. Les plaques au collodion sec fluorescentes (au nitrate d'urane) montrent des zones blanches, coniques et elliptiques, du 1er février au 9, variant entre trois et neuf diamètres solaires. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1889.

Œuvres de M. H. Tresca. — I. *Notices sur les travaux scientifiques de M.* H. Tresca : Discours prononcés aux obsèques de M. Tresca. — Discours divers prononcés par M. Tresca. — Extraits des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* relatifs à l'écoulement des corps solides. — *Idem*. Notes de M. de Saint-Venant relatives à la même question. — Extraits des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* relatifs à des questions de résistance des matériaux. — *Idem*. Mémoires divers.

— II. *Notes diverses sur la résistance des matériaux.*

— III. *Notes diverses sur l'écoulement des corps solides.*

— IV. *Mémoire sur le rabotage.* (Extrait du *Recueil des Savants étrangers.*)

— V. 24 *Rapports, Discours et Communications faits à la Société d'Encouragement.*

— VI. *Rapports et Conférence sur l'enseignement technique.*

— VII et VIII. *Procès-Verbaux des expériences de Mécanique faites au Conservatoire des Arts et Métiers* (1861-1876). (Extraits des *Annales du Conservatoire.*)

— IX. *Rapports aux expositions universelles* (1867-1873).

— X. *Cours d'Hydraulique professé à l'École Centrale des Arts et Manufactures.*

— XI. *Cours de Géométrie descriptive.*

Introduction à l'étude de la Chimie des anciens et du moyen âge; par M. Berthelot. Paris, Georges Steinheil, 1889; 1 vol. in-4°.

Annuaire statistique de la France. Onzième année, 1888 (Ministère du Commerce et de l'Industrie). Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1888; 1 vol. in-4°.

L'Année scientifique et industrielle; par Louis Figuier. Trente-deuxième année (1888). Paris, Hachette et Cie, 1889; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Bouquet de la Grye).

Agenda du Chimiste; par MM. G. Salet, Ch. Girard, A. Pabst. Paris, Hachette et Cie, 1889; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Friedel.)

ERRATA.

(Séance du 18 février 1889.)

Note de M. *J. de Rey-Pailhade,* Recherches expérimentales sur le degré d'affinité de divers tissus pour le soufre :

Page 356, ligne 25, *au lieu de* 1,68, *lisez* 0,68.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 11 MARS 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Charles Martins*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Paris le 8 mars 1889.

M. **Hermite** annonce à l'Académie la perte considérable que la Science vient de faire dans la personne de M. *Angelo Genocchi*, Président de l'Académie des Sciences de Turin, décédé à l'âge de 71 ans, le 7 mars.

« Le géomètre éminent et l'homme de bien, dont la vie entière a été consacrée à l'étude, laisse les plus profonds regrets à ses amis et à tous ceux qui l'ont connu. L'Italie, où l'Analyse est cultivée avec éclat, conservera à jamais le souvenir de l'impulsion que M. Genocchi y a donnée aux Mathématiques par son enseignement comme par ses nombreux et excellents travaux, où l'érudition s'alliait à une science profonde et qui, depuis longtemps, lui avaient acquis l'estime et la sympathie des géomètres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolvante de Galois dans la division des périodes elliptiques par* 7. Note de M. G. HALPHEN.

« D'après un théorème énoncé dans la Lettre testamentaire de Galois (1832), il existe, pour la transformation des fonctions elliptiques, des résolvantes d'un degré égal à l'ordre de la transformation, quand cet ordre est 5, 7 ou 11. Dans un Mémoire célèbre, publié aux *Comptes rendus* de 1858, M. Hermite a montré comment on peut obtenir de telles résolvantes et en a calculé une, du cinquième degré, source de mémorables travaux, que je n'ai pas à rappeler ici. Peu après, en 1859, M. Hermite a effectivement calculé une résolvante du septième degré, qu'il a fait connaître par une Lettre à M. Brioschi, publiée dans les *Annali di Matematica* (p. 60). Plus récemment, en 1879, M. Félix Klein et M. Brioschi ont obtenu cette même résolvante par des moyens très différents (*Mathematische Annalen*, t. XIV, p. 427, et t. XV, p. 247); enfin, M. Félix Klein a donné deux résolvantes du onzième degré (*ibid.*, t. XV, p. 547), qui complètent brillamment les recherches provoquées par le théorème de Galois.

» A la partie de cette belle théorie qui concerne la transformation du septième ordre, je voudrais apporter aujourd'hui un très modeste appoint, en indiquant une nouvelle résolvante, d'une grande simplicité. La voici :

$$x^3\left(x+\frac{3+\sqrt{-7}}{2}\right)^3(x-1)=\alpha.$$

C'est à cette équation que l'on peut réduire le problème de la transformation du septième ordre ou le problème équivalent de la division des périodes elliptiques par 7. La constante α est liée à l'invariant absolu $J=g_2^3:\Delta$ par la simple relation

$$\alpha=-\frac{2^6\sqrt{-7}}{7^4}J.$$

» Il me faut dire quelles sont les racines de cette résolvante. Soit 2ω une période quelconque et soit posé

$$y\sqrt{\Delta}=(p\tfrac{2}{7}\omega-p\tfrac{4}{7}\omega)(p\tfrac{4}{7}\omega-p\tfrac{8}{7}\omega)(p\tfrac{8}{7}\omega-p\tfrac{2}{7}\omega).$$

Cette quantité y est racine d'une équation du huitième degré,

$$7y^8-70y^6-63y^4-14y^2-1=72y^7\sqrt{\frac{J-1}{3}},$$

qui a été employée déjà par M. Brioschi et par M. Kiepert. Les diverses racines proviennent des diverses valeurs que l'on peut assigner à ϖ. Soient 2ω et $2\omega'$ une paire de périodes, arbitrairement choisie; on distingue, d'habitude, par l'indice ∞ la racine y qui correspond à $\varpi = \omega$, et par l'indice $n = 0, 1, \ldots, 6$ la racine qui correspond à $\varpi = \omega' + n\omega$. C'est en prenant

$$x^2 = \frac{1}{\sqrt{-7}}(y_\infty - y_0)(y_1 - y_3)(y_2 - y_6)(y_4 - y_5)$$

que l'on obtient la résolvante donnée plus haut. »

CHIMIE. — *L'eau oxygénée et l'acide chromique, nouvelles expériences.* Note de M. BERTHELOT.

« Dans les expériences que j'ai communiquées à l'Académie sur les réactions entre l'acide chromique et l'eau oxygénée [1], j'ai établi que ces réactions avaient lieu même avec le bichromate de potasse, et que ce sel possédait la faculté de décomposer peu à peu une dose illimitée d'eau oxygénée, en se retrouvant lui-même à la fin sans altération. J'ai attribué cette réaction illimitée à la formation d'un composé intermédiaire, sans cesse détruit et sans cesse régénéré, jusqu'à l'accomplissement de la décomposition (p. 161). C'est ce composé que mes expériences nouvelles tendent à manifester.

» Pour le mettre en évidence, j'ai pensé qu'il convenait d'essayer de saisir la réaction dans cet état transitoire, où le retour à l'état primitif n'est pas encore accompli. A cet effet, on peut, par exemple, mélanger la solution de bichromate de potasse ($Cr^2O^7K = 4^{lit}$) avec son volume d'une solution d'eau oxygénée ($HO^2 = 17^{gr}$ dans 1^{lit}). La liqueur se fonce en brun intense, et une effervescence, avec dégagement d'oxygène, se développe presque aussitôt, sans qu'il apparaisse d'ailleurs trace d'acide perchromique bleu. Si l'on attend quelque temps, la liqueur s'éclaircit et revient à son état initial, en ce qui touche le bichromate. Mais, cette fois, j'ai pris soin d'ajouter à la liqueur, aussitôt et sans aucun délai, un excès d'ammoniaque étendue. Il se forme alors un précipité jaune chamois, lequel renferme à la fois de l'eau oxygénée, du sesquioxyde de chrome et de

---

[1] Ce Volume, p. 24 et p. 157.

l'acide chromique (ce dernier neutralisé en raison de la présence de l'ammoniaque) : c'est précisément le composé dont j'avais admis l'existence temporaire (p. 161) et qui sert de pivot à la transformation, l'eau oxygénée qu'il renferme suroxydant à mesure l'oxyde de chrome, de telle façon que ce dernier revienne en totalité à son état initial d'acide chromique. Ce précipité se dépose assez rapidement; on décante la liqueur surnageante, dès que la chose est devenue praticable; on la remplace par de l'eau distillée, et l'on répète ces lavages par décantation, dans le plus court délai possible; les excès d'ammoniaque et de chromate solubles sont ainsi éliminés rapidement.

» On poursuit les lavages avec de l'eau distillée. En les exécutant, on observe que les liqueurs, incolores ou peu colorées dans les premiers moments où l'on verse une eau nouvelle sur le précipité, se recolorent promptement en jaune, en même temps qu'il se dégage des bulles d'oxygène. En d'autres termes, le précipité est instable et régénère sans cesse un chromate neutre soluble (de potasse ou d'ammoniaque) et de l'oxygène libre : c'est donc un sel basique, renfermant de l'acide chromique (neutralisé) et de l'oxyde de chrome, associés à l'eau oxygénée, dans l'état d'une combinaison insoluble.

» Cette régénération se reproduit sans cesse au cours des lavages, pendant plusieurs jours, tandis que le volume du précipité diminue continuellement. Lorsqu'il a été amené à un état tel qu'il ne change plus que très lentement et ne recolore plus d'une manière appréciable les eaux de lavage, son poids est tellement réduit qu'il ne représente plus guère que le millième du poids du bichromate primitif ($0^{gr},09$ pour $7^{gr},4$, d'après pesées). L'analyse quantitative d'un tel précipité offre des difficultés très grandes; mais il est facile d'y constater qualitativement, même sous son poids réduit, l'existence simultanée de l'acide chromique, de l'oxyde de chrome et de l'eau oxygénée. Il suffit même d'y ajouter de l'acide chlorhydrique extrêmement étendu pour le dissoudre aussitôt et à froid, en développant la coloration bleue de l'acide perchromique (isolable par l'éther). Il est certain d'ailleurs que le rapport entre l'oxygène et le chrome, et par conséquent entre l'eau oxygénée et l'oxyde de chrome, n'est plus le même dans le composé final que dans le précipité primitif, puisque le système a dégagé une certaine dose d'oxygène libre pendant sa conservation. C'est précisément là ce qui empêche l'oxyde de chrome de repasser entièrement à l'état d'acide chromique, comme il le fait dans la liqueur primitive, non additionnée d'ammoniaque; ou bien encore, après cette addition, lorsque

la liqueur n'est pas séparée par décantation du précipité. J'avais conclu de cette régénération totale que le composé intermédiaire, qui brunit la liqueur primitive, devait renfermer l'oxyde de chrome et l'eau oxygénée, dans des rapports tels que la dose d'oxygène y fût la même :

$$n\mathrm{CrO^3},\quad \mathrm{Cr^2O^3} + 3\mathrm{HO^2}.$$

Pendant le lavage, ces rapports sont changés, puisqu'une partie de l'eau oxygénée perd son oxygène à l'état libre. Mais on n'en retrouve pas moins, même dans l'état final du précipité, ses composants initiaux, à la vérité dans une proportion différente.

» Un composé de même teinte, analogue ou identique, s'obtient, lorsqu'on délaye à froid dans la potasse, avec addition d'eau oxygénée, de l'oxyde de chrome pur, mais récemment précipité; dans cette condition, l'acide chromique apparaît aussitôt, conformément aux indications de M. Ad. Carnot : si l'on abandonne le mélange à lui-même, tout se dissout au bout de quelque temps, avec formation de chromate de potasse. Mais la régénération de ce sel est précédée par l'apparition d'un précipité jaunâtre et intermédiaire, qui subsiste pendant un certain temps.

» En présence de l'ammoniaque, à froid, l'eau oxygénée ne détermine que très lentement la suroxydation de l'oxyde de chrome pur par l'eau oxygénée; bien que la réaction s'opère rapidement à chaud. Aussi, lorsqu'on opère à froid, l'oxyde de chrome conserve-t-il, au moins pendant un certain temps, sa teinte originaire.

» Enfin, si l'on délaye de l'oxyde de chrome, précipité et lavé par décantation à froid, dans une solution de bichromate de potasse, avec addition d'eau oxygénée, le précipité se colore en jaune, d'une façon pareille. En y ajoutant de la potasse, tout se dissout et la liqueur acquiert d'abord une coloration verdâtre, d'apparence analogue à celle qui se manifeste peu à peu lorsqu'on ajoute de l'eau oxygénée et de la potasse à une dissolution de chromate de potasse neutre. Dans un cas comme dans l'autre, cette nuance spéciale disparaît à la longue, avec destruction totale de l'eau oxygénée et réapparition complète du chrome sous forme de chromate.

» Toutes ces observations concourent à préciser le phénomène et à démontrer l'existence et la constitution générale du composé intermédiaire, qui sert de pivot à la métamorphose. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des organes céphaloïdes des tendons des Oiseaux;* par M. L. RANVIER.

« Pour étudier les organes auxquels je donne le nom d'*organes céphaloïdes,* il faut d'abord disséquer avec soin les tendons de la patte et les suivre dans les doigts. La forme et les rapports de ces tendons ont été exposés par Cuvier ([1]), avec la concision qui convient aux descriptions anatomiques. Voici, par exemple, ce qu'il dit des fléchisseurs :

» Les longs fléchisseurs des Oiseaux sont divisés en trois masses : deux placées au devant des muscles du tendon d'Achille; une au devant de celles-ci et tout contre l'os.

» La première est composée de cinq portions, dont trois peuvent être regardées comme formant un seul muscle fléchisseur commun perforé. Il naît par deux ventres, l'un vient du condyle externe du fémur, l'autre de sa face postérieure. Celui-ci forme directement le tendon perforé du médius, qui reçoit l'un de ceux du péronier. Le second ventre donne ceux de l'index et du quatrième doigt. C'est dans ce muscle que se perd l'accessoire fémoral des fléchisseurs, qui est un muscle situé à la face interne de la cuisse, dont le tendon passe par-dessus le genou, et dont l'action sur les doigts est d'autant plus forte que le genou se ploie davantage, disposition qui permet à l'oiseau de dormir sur les branches, parce que plus son poids pèse sur ses jambes, plus les doigts serrent la branche sur laquelle l'animal est perché.

» Les deux autres muscles de cette première masse sont les fléchisseurs à la fois perforants et perforés. Ils naissent au-dessous des précédents et vont, l'un à l'index, et l'autre au médius, en perforant deux des tendons précédents. Ils s'insèrent à leurs pénultièmes phalanges.

» Les deux autres masses sont les fléchisseurs perforants; ils fournissent les tendons qui vont aux dernières phalanges. »

» Les organes céphaloïdes se trouvent à la face inférieure des tendons perforants et des tendons perforés, dans une petite région située presque immédiatement en arrière de l'insertion phalangienne de ces tendons. Chez le Pinson, où je les ai observés d'abord, ils recouvrent une surface dont la longueur est de 3^{mm} à 4^{mm} et dont la largeur correspond au diamètre du tendon. On n'en voit rien à l'œil nu. Pour les reconnaître, il faut détacher le tendon en rasant la phalange, le porter sur la platine du microscope dans une goutte de sérum iodé fort et l'examiner à un grossissement de 100 diamètres. Si le tendon est disposé de manière que sa face inférieure ou plantaire soit dirigée en haut, les organes céphaloïdes apparaissent comme

---

([1]) CUVIER, *Leç. d'Anat. comp.*, 2e éd., t. I, p. 557.

autant de petits corps globuleux, transparents, vitreux, et au centre desquels se montre d'habitude un seul noyau coloré en jaune par l'iode.

» Ces petits organes sont d'abord disséminés ou forment des groupes; mais bientôt, en se rapprochant de l'extrémité phalangienne du tendon, ils se pressent les uns contre les autres, et leur ensemble donne à la surface un aspect mûriforme élégant et très caractéristique.

» Ce ne sont pas de simples cellules, comme on serait porté à le croire tout d'abord. Ils sont constitués par une masse homogène, solide et résistante, creusée à son centre d'une petite cavité occupée par le noyau. Celui-ci paraît entouré d'une mince couche de protoplasma granuleux. Le noyau et le protoplasma qui l'enveloppe constituent la cellule. La masse périphérique de l'organe céphaloïde semble correspondre à une capsule. Cette capsule n'est pas formée de substance cartilagineuse, car elle n'en a pas les réactions histochimiques. Du reste, il serait inutile de poursuivre cette analyse chez une seule espèce, mieux vaut nous adresser de suite à l'anatomie comparée, qui va nous donner une réponse entièrement satisfaisante.

» J'ai trouvé des organes céphaloïdes chez le Coq, le Pigeon domestique et le Canard domestique. Je les ai vainement cherchés chez le Vanneau. Ces organes ont à peu près la même disposition et la même structure chez le Coq, le Pigeon et le Canard.

» Ils sont formés d'une capsule fibreuse très nette, sphérique ou hémisphérique, de laquelle se détachent parfois des filaments flottants, et dont l'intérieur est occupé par des capsules de cartilage. Ce sont des organes qui présentent une certaine analogie avec les villosités des franges synoviales, décrites par Luschka et Henle. Comme ces dernières, ils font saillie dans une cavité séreuse. Leur signification physiologique est encore très obscure. Mieux vaut n'en rien dire que de leur attribuer une fonction qu'ils n'auraient pas.

» Chez le Coq, le Pigeon, le Canard, comme chez le Pinson, les organes céphaloïdes occupent la face inférieure au plantaire du tendon perforant qui s'insère à la phalangette et du tendon perforé qui se fixe à la phalangine. La face supérieure du perforant, dans une région limitée qui correspond à l'articulation de la phalangine avec la phalangette, présente une plaque chondroïde.

» On observe encore des plaques de cette espèce sur le perforant et le perforé dans les points où ils se touchent. Les frottements qui se produisent sur les tendons au niveau des articulations, des saillies osseuses, des

gaines fibro-cartilagineuses et de leurs points de contact, quand ils se croisent ou se perforent, semblent donc jouer un rôle dans le développement des plaques chondroïdes. La formation des organes céphaloïdes paraît dépendre plutôt de la pression exercée par le sol, puisqu'ils se produisent sur la face plantaire des tendons et tout près de leur insertion, là où, étant fixés à une phalange, ils ne peuvent échapper au traumatisme par des déplacements latéraux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations actinométriques, faites en 1888 à l'observatoire de Montpellier.* Note de M. **A. Crova.**

« Ces observations ont été faites dans le voisinage de midi, par MM. Houdaille et Mazade.

» L'actinomètre enregistreur nous a donné, en 1888, cent huit courbes, qui nous ont servi à repérer, pour ces journées, l'ordonnée de midi. Les fortes oscillations se sont manifestées pendant l'été; en hiver et au printemps, les courbes étaient plus régulières, mais accusaient presque toujours une dépression secondaire au milieu de la journée.

Intensités calorifiques.

	Moyennes			
	mensuelles.			des saisons.
	cal	cal	cal	cal
Hiver.......	1,09	1,12	1,15	1,12
Printemps...	1,15	1,30	1,16	1,20
Été.........	1,15	1,06	1,10	1,10
Automne....	1,10	1,05	1,03	1,06

» L'intensité moyenne a été :

En 1888.	En 1887.	En 1886.	En 1885.	En 1884.	En 1883.
$1^{cal},120$	$1^{cal},160$	$1^{cal},040$	$0^{cal},963$	$1^{cal},025$	$1^{cal},145$

Heures d'insolation relevées au moyen de l'héliographe de Campbell.

	Totaux				
	des mois.			des saisons.	Année.
	h m	h m	h m	h m	
Hiver..........	111.45	134.38	153.12	399.25	$2290^h 22^m$
Printemps......	199.36	184.54	239.54	626.4	
Été............	253.27	231.47	281.13	766.17	
Automne.......	200.12	188.30	113.44	498.26	

» Le nombre total d'heures d'insolation a été :

En 1888.	En 1887.	En 1886.	En 1885.	En 1884.	En 1883.
$2290^h 22^m$	$2346^h 24^m$	$2387^h 24^m$	$2156^h 28^m$	$2107^h 6^m$	$2428^h 23^m$

au lieu de 4380^h, si le soleil avait constamment brillé.

» 1° L'intensité calorifique augmente d'une manière continue, du commencement de l'hiver jusqu'au milieu du printemps; elle atteint son maximum mensuel (1^{cal},30) au mois de mai, et son maximum absolu (1^{cal},38) le 20 avril; puis elle diminue pendant l'été.

» 2° L'intensité, faible en été, augmente à partir du commencement de l'automne (maximum 1^{cal}, 34, le 28 septembre), puis diminue régulièrement jusqu'à l'hiver.

» Le maximum du printemps a été nettement accusé; le minimum s'est produit vers la fin de l'automne, à cause de la période relativement froide et pluvieuse qui a caractérisé la seconde moitié de 1888.

» Ces observations confirment les lois générales que nous avions données dès le début de nos recherches actinométriques : les époques des maxima et des minima varient un peu avec les circonstances météorologiques, mais *le grand maximum a lieu toujours au printemps;* la radiation se déprime en été; le maximum secondaire de l'automne est, cette année, plus faiblement accusé au mois de septembre, puis l'intensité diminue jusqu'à l'hiver. »

M. **A. Cayley**, Correspondant de la Section d'Astronomie, fait hommage à l'Académie du premier Volume de la Collection de ses « Mémoires mathématiques », imprimée à Cambridge. Ce premier Volume contient une série de 100 Mémoires, insérés dans divers Recueils scientifiques, de 1841 à 1851.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1889.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Fourneyron (*Étude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés depuis* 1880 *dans la navigation aérienne*). — MM. Phillips, Bouquet de la Grye, Deprez, de Bussy et Maurice Lévy réunissent la majorité des

suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sarrau et Janssen.

Prix Lalande. — MM. Lœwy, Faye, Tisserand, Janssen et Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et d'Abbadie.

Prix Valz. — MM. Faye, Tisserand, Janssen, Wolf et Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et d'Abbadie.

Prix Janssen. — MM. Janssen, Wolf, Lœwy, Faye et Tisserand réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Cornu.

Prix L. La Caze (Physique). — MM. Berthelot, Cailletet et Bertrand réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Physique pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Sarrau et Boussinesq.

Prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, Lalanne, Larrey, Favé et Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Bouquet de la Grye.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume intitulé « Die Venus-Durchgänge, 1874 und 1882; Bericht über die deutschen Beobachtungen ».

2° Le premier Volume de la Collection des « Mémoires relatifs aux expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman*, pendant les années 1880, 1881, 1882, 1883. — Poissons », par M. *L. Vaillant*. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

ASTRONOMIE. — *Sur les taches du Soleil.* Lettre de M. SPŒRER à M. H. Faye.

« Dans le Mémoire ci-joint (¹), que je vous prie de présenter à l'Académie, vous verrez que j'ai réussi à retrouver la loi de distribution des taches en latitude héliocentrique dans beaucoup d'anciennes périodes; mais en même temps ces recherches m'ont conduit à constater que le phénomène des taches a subi dans son ensemble, de 1672 à 1713, c'est-à-dire pendant près d'un demi-siècle, un trouble bien extraordinaire.

» En premier lieu, pendant toute cette longue durée, il n'a paru de taches que sur l'hémisphère sud, circonstance dont on s'est fréquemment occupé dans l'ancienne Académie des Sciences (Picard, Cassini, Maraldi, etc.). En second lieu, le nombre de ces taches était excessivement petit, à ce point que l'on peut citer dix années consécutives où les observateurs n'en ont vu qu'une seule.

» Il ne saurait donc être question de la périodicité des taches sur l'hémisphère nord pendant ce laps de temps. Quant à l'hémisphère sud, je ne saurais y retrouver les maxima et minima du Professeur Wolf, bien que ce savant les regarde comme assez bien déterminés.

» Nous retrouvons, à partir de 1883, la même prédominance de l'hémisphère austral, mais bien moins marquée, puisque les nombres de taches sur les deux hémisphères nord et sud sont comme 11 et 20. De même, dans le passé le plus lointain, de 1621 à 1625, il y a eu encore, très probablement, une prédominance des taches australes.

» Par contre, les observations de C.-H.-F. Peters, en 1845 et 1846, accusent celle de l'hémisphère nord; il en est de même des observations de Bond, entre septembre 1847 et juillet 1848.

» L'objet de mes préoccupations actuelles est de rechercher comment les choses se sont passées après la grande anomalie de 1671-1713. 1° La longue prédominance de l'hémisphère sud a-t-elle été suivie de celle de l'hémisphère nord? 2° Retrouve-t-on la loi si remarquable de la distribution des taches en latitude?

» Sous ce rapport, les observations de Plantade, à Montpellier, de 1705 à 1726, seraient d'une haute importance. M. Legrand, professeur d'Astro-

(¹) *Ueber die Periodicität der Sonnenflecken, seit dem Jahre* 1618. Halle; 1889.

nomie à Montpellier, en a envoyé des extraits à M. R. Wolf, mais non les manuscrits eux-mêmes. Je ne sais si ces observations sont faites de manière à permettre, au moins jusqu'à un certain point, de calculer les latitudes héliocentriques des taches. S'il en était ainsi, j'en entreprendrais volontiers le calcul; seulement, je me demande si les possesseurs de cette précieuse collection consentiraient à s'en dessaisir pour un temps et à me la confier.

» Un autre manuscrit serait bien utile aussi pour le commencement de ce siècle. Je veux parler des observations de Flaugergues, de 1788 à 1830. Je me contenterais de celles qui commencent à 1799. Les manuscrits ont été confiés à M. Wolf par l'intermédiaire de M. Laugier, qui les a obtenus de M. Seguin, à Montbard (Côte-d'Or). Mais je ne tiendrais à les consulter que si l'on en pouvait déduire les latitudes des taches. »

M. H. Faye, après avoir donné lecture de cette importante Communication et présenté à l'Académie la brochure de M. *Spœrer,* rappelle que la loi entrevue par M. Carrington, définitivement formulée et démontrée par M. Spœrer, consiste en ceci :

« Un peu avant le minimum, il n'y a de taches que près de l'équateur solaire, entre $+5°$ et $-5°$. A partir du minimum, les taches, qui avaient depuis longtemps déserté les hautes latitudes, s'y montrent brusquement vers $\pm 30°$. Puis elles se multiplient un peu partout, à peu près entre ces limites jusqu'au maximum, mais leur latitude moyenne diminue constamment jusqu'à l'époque du nouveau minimum.

» D'après la théorie que j'ai proposée, les taches dépendent, comme les pores, non pas d'éruptions quasi volcaniques, mais du mode d'alimentation essentiellement stable, ou du moins infiniment peu varié, de la photosphère. Les pores en sont le caractère le plus commun, tandis que la production des taches indique seulement que les zones où elles se forment ont acquis passagèrement un régime plus régulier de vitesses parallèles à l'équateur. Là les pores peuvent se développer, grandir même démesurément et subir des segmentations multiples. L'absence de taches sur le Soleil entier ou sur un hémisphère n'indiquerait donc nullement qu'un trouble profond soit survenu dans ses mouvements internes; elle signifierait seulement que le régime régulier, nécessaire à la transformation des pores en taches de longue durée, n'a pu s'établir çà ou là. Les pores avec les facules et les protubérances nuageuses seraient la partie la plus stable

du phénomène; les taches et les gigantesques protubérances à entraînements métalliques en seraient plutôt l'accessoire, et il ne serait pas juste d'exiger d'une théorie qu'elle rendît compte dans tous les détails de leur allure périodique, susceptible de telles anomalies, précisément parce qu'il s'agit de simples nuances dans la marche du phénomène général.

» Quoi qu'il en soit, on désirera sans doute connaître, sur les questions soulevées par M. Spœrer, l'opinion de notre savant Correspondant, M. R. Wolf, qui a étudié avec tant de soin, non pas sans doute la loi de la distribution des taches en latitude, ce qui est du domaine de M. Spœrer, mais celle de leur périodicité. »

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination de la valeur du tour de la vis d'ascension droite d'un instrument méridien, par les observations d'étoiles équatoriales ou d'étoiles circompolaires.* Note de M. G. **Rayet**, présentée par M. Wolf.

« La valeur du tour de la vis d'ascension droite d'un instrument méridien peut être obtenue par deux procédés principaux : 1° par la détermination de la distance équatoriale des deux fils extrêmes du micromètre et la mesure de cette même distance en tours et fractions de tour de la vis du fil mobile; 2° par l'observation au fil mobile du passage d'une circompolaire de déclinaison connue.

» La méthode des étoiles équatoriales ne donne lieu à aucune erreur systématique et, par des observations suffisamment répétées, elle peut conduire à une approximation aussi grande que l'on voudra. Pour l'instrument méridien de l'observatoire de Bordeaux, l'erreur moyenne accidentelle du passage d'une étoile équatoriale à un fil est $\pm 0^s,143$; le passage de 10 étoiles déterminera donc la distance des fils extrêmes du micromètre avec une approximation de $\pm 0^s,064$ et, comme la distance de ces fils extrêmes est de 35,045 tours, la valeur du tour de vis sera donnée par ces observations, qui exigeront 30 minutes et très peu de calculs, avec une erreur moyenne de $\pm 0^s,0018$.

» La méthode de l'observation d'une circompolaire vers les deux extrémités du champ donne lieu à des calculs assez laborieux pour la résolution des équations de condition, et, en négligeant dans les calculs l'influence des phénomènes de réfraction, on commet une erreur systématique qui n'est pas toujours négligeable dans les recherches de précision.

» La réfraction relève, en effet, l'étoile, sur le cercle vertical qui la contient, d'une quantité $k \tang z'$ ($k = 57''$ en moyenne) proportionnelle à la tangente de sa distance zénithale apparente ; l'astre se trouve ainsi plus rapproché du méridien que ne l'indique la formule ordinaire établie d'après les lois du mouvement diurne ; c'est d'ailleurs sur la mesure de cette distance, à l'aide de la vis micrométrique, que repose le procédé de détermination du tour de vis.

» Je ne puis reproduire ici l'analyse qui permet de tenir compte des phénomènes de la réfraction dans les calculs de réduction au méridien des observations des circompolaires ; elle est analogue à celle qui permet de tenir compte de ces mêmes phénomènes dans la mesure du diamètre horizontal d'un astre.

» En désignant par k la constante de la réfraction, par φ la distance (en tours et fractions de tour) du fil mobile au fil méridien à l'instant de l'observation, par μ la valeur du tour de la vis exprimée en secondes de temps, et enfin par θ la réduction au méridien, toujours exprimée en temps, on trouve pour cette réduction

$$(\alpha)\quad \theta = \frac{\mu}{\cos\delta}\varphi + \frac{225}{6}\sin^2 1''\sin^2\delta\,\theta^3 + k\sin 1''\theta\left[1 - \frac{225}{6}\sin^2 1''(1 - 3\cos^2\delta)\theta^2\right].$$

Les deux premiers termes de cette formule sont les termes usuels. Les termes en k peuvent facilement être réduits en Tables et, pour α Petite Ourse ($\delta = 88^\circ 42'$), leur ensemble atteint $0^s,33$ lorsque l'angle horaire est de 20 minutes.

» Si dans l'équation (α) on suppose θ déterminé, elle donne

$$\begin{aligned}\mu = {} & \frac{\cos\delta}{\varphi}\left(\theta - \frac{225}{6}\sin^2 1''\sin^2\delta\,\theta^3\right)\\ & - \frac{k\sin 1''\cos\delta}{\varphi}\theta\left[1 - \frac{225}{6}\sin^2 1''(1 - 3\cos^2\delta)\theta^2\right],\end{aligned}$$

et, en remplaçant $\frac{\theta\cos\delta}{\varphi}$ par sa valeur approchée μ, le terme fonction de k prend la forme

$$-\mu k\sin 1''\left[1 - \frac{225}{6}\sin^2 1''(1 - 3\cos^2\delta)\theta^2\right],$$

ce qui montre que les valeurs de μ données par les observations des polaires, réduites sans tenir compte de la réfraction, sont systématiquement trop grandes. Avec l'instrument méridien de Bordeaux ($\mu = 3^s,9445$) et

pour la Polaire, l'erreur, à peu près indépendante de l'angle horaire, est de $0^s,0011$.

» La même équation (α) donne enfin pour l'erreur $d\mu$ qui résulte pour μ d'une erreur $d\theta$ sur θ

$$d\mu = \frac{\mu}{\theta}\left\{1 - k\sin 1'' - \frac{225}{6}\sin^2 1''[\sin^2\delta - k\sin 1''(1 - 3\cos^2\delta)]\theta^2\right\}d\theta.$$

» D'après les observations consignées dans mon Mémoire *Sur les erreurs accidentelles des observations de passages* (*Comptes rendus* du 18 juin 1888), l'erreur moyenne de la moyenne du passage de la Polaire à dix fils est de $0^s,437$; la différence des temps de passages à deux groupes de dix fils est de $d\theta = 0^s,619$. La formule précédente conduit alors aux valeurs numériques suivantes, calculées dans l'hypothèse d'observations de la Polaire, symétriques au méridien et séparées par un angle horaire 2θ.

Erreur moyenne sur μ, provenant d'une erreur de $0^s,619$ sur l'intervalle des observations de α Petite Ourse.

Angle horaire.	Erreur moyenne.
	s
5 minutes....................	0,00406
10 »	0,00203
15 »	0,00134
20 »	0,00102

» L'erreur moyenne correspondant à un angle horaire de 10 minutes est sensiblement égale à celle qui résulte de l'observation du passage de dix étoiles équatoriales.

» En résumé, la discussion précédente montre que la détermination du tour de la vis d'un instrument méridien par les observations du passage d'une circompolaire n'est pas plus exacte que celle qui résulte de l'observation des étoiles équatoriales et que, pratiquée suivant la méthode ordinaire, en faisant abstraction des phénomènes de réfraction, elle conduit à des erreurs systématiques qui ne sont pas négligeables dans les recherches de haute précision. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème arithmétique*. Note de M. **R. Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Bonn, 7 mars 1889.

» Les démonstrations troisième et cinquième, que Gauss a données pour le théorème fondamental dans la théorie des résidus quadratiques, repo-

sent sur un lemme qui se réfère aux nombres premiers impairs. Dans le *Monatsbericht* de l'Académie de Berlin du 22 juin 1876, M. E. Schering et M. Kronecker ont publié une extension de ce lemme à tous les nombres impairs, qui peut être conçue comme il suit :

» Soient n un nombre quelconque impair, Q un nombre premier relatif à n; que l'on prenne les résidus positifs les plus petits des nombres

$$Q,\ 2Q,\ 3Q,\ \ldots,\ \tfrac{1}{2}(n-1)Q$$

par rapport au module n, dont les uns seront plus petits que $\frac{1}{2}n$, les autres plus grands, le nombre des derniers étant égal à r. Alors le symbole de Legendre, généralisé par Jacobi, $\left(\frac{Q}{n}\right)$, sera égal à la puissance $(-1)^r$.

» Dans ce théorème remarquable, il m'a paru singulièrement étonnant que, bien que la détermination du nombre r dépende seulement de divisions, qui sont à exécuter par le nombre impair n, sans faire usage de sa décomposition en facteurs premiers, néanmoins la connaissance de ce nombre r suffit pour déterminer la valeur du symbole $\left(\frac{Q}{n}\right)$, dont la définition suppose la décomposition de n en facteurs premiers. En essayant d'éclaircir cette difficulté, je suis parvenu à une démonstration qui n'exige aucun préparatif, hors ceux dont Gauss s'est servi à l'occasion de son lemme original, et qui me semble appropriée au but indiqué.

» Considérons d'abord le système des nombres qui sont positifs, premiers relatifs à n, et plus petits que n, et désignons ceux qui sont plus petits que $\frac{n}{2}$ par a, les autres par b. En formant avec un nombre donné Q, premier relatif à n, les congruences

$$Qa \equiv r \qquad (\bmod n),$$

dénotons le nombre de cas où r est compris dans le groupe des résidus b par $\lambda(Q, n)$. Cela étant, si l'on multiplie lesdites congruences ensemble, que l'on applique le raisonnement fait par Gauss dans l'endroit cité, et si l'on désigne comme d'usage le nombre des nombres incongrus et premiers par rapport à n par $\varphi(n)$, on est conduit à la détermination

$$Q^{\frac{\varphi(n)}{2}} \equiv (-1)^{\lambda(Q,n)} \qquad (\bmod n).$$

» Or il faut distinguer deux cas, selon que n est une puissance d'un

nombre premier impair p^α, ou que n contient plus d'un seul nombre premier impair comme facteurs. Dans le premier cas, où $n = p^\alpha$, soit g une racine primitive de p^α, et en même temps

$$Q \equiv g^{\operatorname{ind} Q} \qquad (\bmod p^\alpha).$$

» Par conséquent, on a

$$Q^{\frac{p-1}{2}p^\alpha} \equiv g^{\frac{p-1}{2}p^\alpha \operatorname{ind} Q} \equiv (-1)^{\operatorname{ind} Q} \qquad (\bmod p^\alpha),$$

et, à cause de la détermination trouvée,

$$(-1)^{\operatorname{ind} Q} \equiv (-1)^{\lambda(Q, p^\alpha)} \qquad (\bmod p^\alpha)$$

ou bien, parce que $(-1)^{\operatorname{ind} Q} = \left(\frac{Q}{p}\right)$,

$$\left(\frac{Q}{p}\right) = (-1)^{\lambda(Q, p^\alpha)}.$$

» Par contre, dans l'autre cas, où n contient plusieurs facteurs premiers impairs différents, on a, suivant les *Disquisitiones arithmeticæ*, art. 92, pour chaque nombre Q, premier à n, la congruence

$$Q^{\frac{\varphi(n)}{2}} \equiv 1 \qquad (\bmod n);$$

donc, en conséquence,

$$1 = (-1)^{\lambda(Q, n)},$$

de manière que le nombre correspondant $\lambda(Q, n)$ doit être pair.

» Maintenant, pour toucher au théorème proposé, dénotons par A les nombres

$$1, \quad 2, \quad 3, \quad \ldots, \quad \frac{n-1}{2},$$

par B les nombres

$$\frac{n+1}{2}, \quad \frac{n+3}{2}, \quad \ldots, \quad n-1,$$

et déterminons les résidus R dans les congruences

$$QA \equiv R \qquad (\bmod n).$$

» Ici soit $L(Q, n)$ le nombre des cas où R rentre dans le groupe des résidus B. Alors on voit facilement que $L(Q, n)$ se compose par addition des nombres λ qui se réfèrent à tous les diviseurs $d, d', \ldots$ du nombre n, qui sont plus petits que n lui-même. Le signe sommatoire étant étendu à ceux-ci, on a

$$L(Q, n) = \sum_d \lambda\left(Q, \frac{n}{d}\right);$$

par suite,

$$(-1)^{L(Q,n)} = (-1)^{\sum_d \lambda\left(Q, \frac{n}{d}\right)} = \prod_d (-1)^{\lambda\left(Q, \frac{n}{d}\right)}.$$

Mais nous avons vu que, pour chaque quotient $\frac{n}{d}$, qui embrasse plus d'un nombre premier, on a l'équation

$$(-1)^{\lambda\left(Q, \frac{n}{d}\right)} = 1,$$

tandis que, si $\frac{n}{d}$ est égal à une puissance d'un nombre premier impair p^α, on a

$$(-1)^{\lambda(Q, p^\alpha)} = \left(\frac{Q}{p}\right).$$

» Supposons donc que le nombre impair soit égal au produit de puissances de nombres premiers impairs différents

$$n = p^\gamma p'^{\gamma'}, \quad \ldots.$$

Alors il est clair que, dans le produit $\prod_d (-1)^{\lambda\left(Q, \frac{n}{d}\right)}$, tous les facteurs $(-1)^{\lambda\left(Q, \frac{n}{d}\right)}$, où $\frac{n}{d}$ contient plusieurs facteurs premiers différents, deviennent égaux à l'unité positive, mais que chacun de ceux où $\frac{n}{d}$ est égal successivement à $p, p^2, \ldots, p^\gamma$ se confond avec le symbole $\left(\frac{Q}{p}\right)$. On arrive donc au résultat cherché

$$(-1)^{L(Q, n)} = \left(\frac{Q}{p}\right)^\gamma \left(\frac{Q}{p'}\right)^{\gamma'} \cdots = \left(\frac{Q}{n}\right). \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur un problème de la théorie des surfaces.* Note de M. L. RAFFY, présentée par M. Darboux.

« *Trouver tous les éléments linéaires qui correspondent à des surfaces applicables sur les surfaces de révolution et qui sont réductibles d'une infinité de manières à la forme de Liouville*

$$[\varphi(x+y)-f(x-y)]\,dx\,dy.$$

» Le problème revient, comme on sait [1], à trouver toutes les solutions de l'équation indéterminée

$$(1)\qquad F=2(X-Y)\frac{d^2\lambda}{dt^2}+3(X'-Y')\frac{d\lambda}{dt}+(X''-Y'')\lambda=0,$$

où X, X', X'' représentent une fonction de x et ses dérivées, Y, Y', Y'' une fonction de y et ses dérivées, λ une fonction de la seule quantité $t=x+y$.

» J'adjoins à cette équation la suivante

$$(2)\qquad \frac{\partial^2}{\partial x\,\partial y}\,\frac{F}{\lambda}=0,$$

qui est également linéaire et homogène par rapport à $X-Y$, $X'-Y'$, $X''-Y''$.

» Si les équations (1) et (2) n'en font qu'une, λ vérifie deux relations concordantes, qui expriment que les surfaces d'élément linéaire $\lambda\,dx\,dy$ ont leur courbure totale constante.

» Si les équations (1) et (2) sont distinctes, elles peuvent ne pas contenir $X-Y$; c'est ce qui a lieu quand λ est du premier degré en t,

$$(3)\qquad \lambda=a(x+y)+b,$$

et alors seulement.

» Ce cas exclu, il suffit d'éliminer $X''-Y''$ entre les équations (1) et (2) pour voir que le quotient $(X'-Y'):(X-Y)$ ne dépend que de $x+y$. De là on déduit que X et Y satisfont aux relations

$$\frac{X'''}{X'}=\frac{Y'''}{Y'}=\text{const.}=4h^2.$$

---

[1] DARBOUX, *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II, p. 208-209.

» Dans l'hypothèse $h = 0$, X et Y ont pour valeurs

$$X = \alpha + \beta(x - a)^2, \qquad Y = \alpha + \beta(y - b)^2,$$

a, b, α, β étant quatre constantes arbitraires. L'équation (1) devient alors

$$(t - c)\frac{d^2\lambda}{dt^2} + 3\frac{d\lambda}{dt} = 0 \qquad (c = a + b),$$

et donne, en désignant par P et Q deux constantes arbitraires,

$$\lambda = \frac{P}{(t - c)^2} + Q. \tag{4}$$

» Quand la constante h est différente de zéro, X et Y sont de la forme

$$X = \gamma + \alpha e^{2hx} + \beta e^{-2hx}, \qquad Y = \gamma + \alpha_1 e^{2hy} + \beta_1 e^{-2hy},$$

α, β, α_1, β_1, γ, h désignant six constantes arbitraires, sauf la condition $\alpha_1 \beta_1 = \alpha\beta$. Avec ces valeurs de X et Y, l'équation (1) devient

$$(e^{ht} - e^{-ht})\frac{d^2\lambda}{dt^2} + 3h(e^{ht} + e^{-ht})\frac{d\lambda}{dt} + 2h^2(e^{ht} - e^{-ht})\lambda = 0,$$

et donne, en désignant par P et Q deux constantes arbitraires,

$$\lambda = P\left(\frac{1}{e^{ht} - e^{-ht}}\right)^2 + Q\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{e^{ht} - e^{-ht}}\right). \tag{5}$$

» Dans un cas particulier, où le quotient $(X' - Y') : (X - Y)$ est constant, on trouve

$$\lambda = Pe^{ht} + Qe^{2ht}, \tag{6}$$

P, Q et h désignant encore des constantes arbitraires.

» L'hypothèse $Q = 0$, introduite dans les formules (4) et (5), fournit l'élément linéaire des surfaces à courbure constante.

» *La solution complète de notre problème se compose donc des éléments linéaires* $\lambda\, dx\, dy$ *où* λ *a l'une des valeurs* (3), (4), (5) *et* (6).

» Ce travail était déjà fait quand j'ai eu connaissance d'une Leçon récente, dans laquelle M. Darboux déterminait tous les cas où l'équation des lignes géodésiques admet à la fois une intégrale du premier et une intégrale du second degré. La recherche de ces cas et celle des solutions de l'équation (1) sont deux problèmes équivalents. Je me suis assuré que mes résultats s'accordent avec ceux de M. Darboux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le caractère auquel se reconnaît l'équation différentielle d'un système géodésique.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Darboux.

« Si l'on représente par $a_1, a_2, \ldots, a_4$ des fonctions arbitraires de x et y, parmi les équations de cette espèce

$$y'' + a_1 y'^3 + 3a_2 y'^2 + 3a_3 y' + a_4 = 0, \tag{1}$$

se trouvent celles des lignes géodésiques tracées sur une surface quelconque; elles constituent un groupe distinct, qui peut être défini comme il suit :

» Entre trois inconnues, ψ_1, ψ_2, ψ_3, je considère les quatre équations *linéaires* suivantes

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial\psi_1}{\partial x} + 2(a_3\psi_1 - a_4\psi_2) = 0,\\ &\frac{\partial\psi_1}{\partial y} + 2\frac{\partial\psi_2}{\partial x} - 2(a_3\psi_2 - 2a_2\psi_1 + a_4\psi_3) = 0,\\ &\frac{\partial\psi_3}{\partial x} + 2\frac{\partial\psi_2}{\partial y} + 2(a_2\psi_2 - 2a_3\psi_3 + a_1\psi_1) = 0,\\ &\frac{\partial\psi_3}{\partial y} + 2(a_1\psi_2 - a_2\psi_3) = 0; \end{aligned}\right. \tag{2}$$

pour que l'équation (1) appartienne à des lignes géodésiques, il faut et il suffit que le système (2) admette une solution.

» Ayant pris alors

$$\psi_1\psi_3 - \psi_2^2 = \varphi,$$

l'élément de longueur sur les surfaces correspondantes à l'équation (1) sera donné par la formule

$$ds^2 = \frac{C}{\varphi^2}(\psi_1\,dx^2 + 2\psi_2\,dx\,dy + \psi_3\,dy^2), \tag{3}$$

où la constante C est à volonté.

» Des relations (2) se déduisent immédiatement deux équations linéaires, renfermant une seule inconnue, avec ses dérivées partielles des trois premiers ordres et, par des opérations simples, semblables à celles que j'ai définies dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 7 décembre 1885), il

en résulte des équations nouvelles, jusqu'à ce qu'un système complet soit obtenu.

» Quand les relations (2) admettent deux solutions, on sait que l'élément (3) est réductible à la forme

$$[f(u) - F(v)](du^2 + dv^2)$$

ou bien à celle qui a été signalée par M. Lie.

» Dans ce cas :

» Si l'équation (1) seule est donnée, la recherche des fonctions ψ comporte l'étude d'une équation différentielle, du second ordre et *linéaire*, où il n'y a qu'une variable indépendante; (ψ_1, ψ_2, ψ_3) et (Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3) étant deux systèmes de solutions des équations (2), le rapport

$$\frac{\psi_1 dx^2 + 2\psi_2 dx\, dy + \psi_3 dy^2}{\Psi_1 dx^2 + 2\Psi_2 dx\, dy + \Psi_3 dy^2},$$

égalé à une constante, est une intégrale de l'équation (1) et il est clair que l'intégration complète est ainsi terminée, *sans qu'il ait été nécessaire de fixer en aucune façon le choix des variables x et y.*

» Si l'une des solutions (ψ_1, ψ_2, ψ_3) est connue à l'avance, c'est-à-dire si l'on sait sur quelles surfaces sont tracées les lignes géodésiques représentées par l'équation (1), tout se réduit évidemment à des quadratures. »

GÉOMÉTRIE. — *Recherches sur les surfaces qui sont en même temps lieux de coniques et enveloppes de cônes du second degré.* Note de M. **Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Un cône du second degré, dépendant d'un paramètre variable, est coupé par un cône infiniment voisin suivant une courbe du quatrième ordre, présentant un point double en son sommet; il touchera son enveloppe suivant de semblables courbes. Mais, si le cône roule en même temps sur deux développables, il touchera son enveloppe véritable suivant une conique.

» La propriété réciproque est la suivante : si une conique se déforme en restant tangente à deux courbes, les plans tangents à la surface engendrée, le long de chaque conique génératrice, enveloppent un cône de second degré.

» Ces deux catégories de surfaces sont d'ailleurs les mêmes. Elles jouis-

sent de propriétés remarquables au point de vue de la détermination des lignes conjuguées des coniques, et je démontre le théorème suivant : *Les conjuguées des coniques de la surface, ou les enveloppes des génératrices des cônes circonscrits, dépendent d'une équation de Riccati.* Ceci permet, lorsqu'on connaît trois conjuguées des coniques, de mettre les équations de la surface sous la forme

$$(1)\quad \begin{cases} x = \dfrac{P_1(\lambda)\mu^2 + 2Q_1(\lambda)\mu + R_1(\lambda)}{P(\lambda)\mu^2 + 2Q\ (\lambda)\mu + R(\lambda)} = \dfrac{N_1}{N}, \\ y = \dfrac{P_2(\lambda)\mu^2 + 2Q_2(\lambda)\mu + R_2(\lambda)}{P(\lambda)\mu^2 + 2Q\ (\lambda)\mu + R(\lambda)} = \dfrac{N_2}{N}, \\ z = \dfrac{P_3(\lambda)\mu^2 + 2Q_3(\lambda)\mu + R_3(\lambda)}{P(\lambda)\mu^2 + 2Q\ (\lambda)\mu + R(\lambda)} = \dfrac{N_3}{N}, \end{cases}$$

les courbes $\mu =$ const. étant les conjuguées des coniques.

» Si l'on appelle $X(\lambda)$, $Y(\lambda)$, $Z(\lambda)$ les coordonnées du sommet du cône circonscrit à la surface du cône le long de la conique (λ), on peut supposer ces fonctions liées par les relations

$$\frac{\partial N_1}{\partial\lambda} = X\frac{\partial N}{\partial\lambda}, \qquad \frac{\partial N_2}{\partial\lambda} = Y\frac{\partial N}{\partial\lambda}, \qquad \frac{\partial N_3}{\partial\lambda} = Z\frac{\partial N}{\partial\lambda}.$$

» Toute conique est rencontrée par la conique infiniment voisine en deux points, dont les paramètres μ vérifient l'équation

$$(2)\qquad \frac{\partial N}{\partial\lambda} = 0.$$

Suivant que cette équation aura une ou deux racines μ constantes, les coniques passeront par un ou deux points fixes.

» Les équations de la surface peuvent encore s'écrire

$$(3)\quad x - X = \frac{p_1\mu^2 + 2q_1\mu + r_1}{P\mu^2 + 2Q\mu + R} = \frac{n_1}{N}, \qquad y - Y = \frac{n_2}{N}, \qquad z - Z = \frac{n_3}{N}.$$

» Les fonctions n_1, n_2, n_3, N, X, Y, Z sont alors liées par les relations

$$\frac{\partial n_1}{\partial\lambda} = -N\frac{dX}{d\lambda}, \qquad \frac{\partial n_2}{\partial\lambda} = -N\frac{dY}{d\lambda}, \qquad \frac{\partial n_3}{\partial\lambda} = -N\frac{dZ}{d\lambda}.$$

» Au moyen de cette nouvelle forme, on peut montrer que le cône circonscrit roule sur deux développables; les paramètres μ, correspondant

aux génératrices de contact avec chaque cône, sont racines de l'équation du second degré

$$(4) \qquad \begin{vmatrix} \frac{dX}{d\lambda} & n_1 & \frac{\partial n_1}{\partial \mu} \\ \frac{dY}{d\lambda} & n_2 & \frac{\partial n_2}{\partial \mu} \\ \frac{dZ}{d\lambda} & n_3 & \frac{\partial n_3}{\partial \mu} \end{vmatrix} = 0.$$

» Si cette équation a une ou deux racines constantes, les cônes roulent sur un ou deux plans.

» En particulier, les surfaces enveloppes de cônes de révolution se partagent en deux catégories ayant en commun la propriété suivante : l'axe du cône admet une enveloppe, qui est la trajectoire du sommet pour les unes, et une autre courbe pour les autres. Dans le premier cas, la conique de contact a son plan parallèle à la binormale de la trajectoire du sommet, et la recherche des conjuguées des coniques dépend de l'équation

$$\frac{d\varphi}{ds} = \varpi + \omega \cot V \sin\varphi,$$

où s désigne l'arc de la trajectoire du sommet, ω sa courbure, ϖ sa torsion et V l'angle générateur du cône; cette équation se ramène immédiatement à une équation de Riccati.

» Dans le second cas, on a des surfaces enveloppes de sphères.

» Si l'on étudie les lignes asymptotiques de ces surfaces en général, on montre qu'elles sont fournies par une équation de la forme

$$(A\mu^4 + B\mu^3 + C\mu^2 + D\mu + E)\,d\lambda^2 + F\,d\mu^2 = 0,$$

où A, B, C, D, E, F sont des fonctions de λ. Elle se réduit à une équation de Riccati : 1° lorsque les équations (2) et (4) ont mêmes racines, et alors les deux développables sur lesquelles roule le cône sont circonscrites aux deux courbes enveloppes des coniques; 2° lorsque les équations (2) et (4) ont toutes deux une racine double; dans ce cas, les coniques roulent sur une seule courbe à laquelle elles sont osculatrices dans son plan osculateur, et les cônes roulent sur une seule développable qui admet pour arête de rebroussement la trajectoire du sommet. Ces deux cas généraux comportent des cas particuliers intéressants.

» Enfin, on peut généraliser la propriété énoncée plus haut sur les conjuguées des coniques; je me réserve de revenir sur ce sujet. »

ALGÈBRE. — *Calcul direct des termes d'une réduite de rang quelconque d'une fonction continue périodique.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Poincaré.

« Soient $\frac{p_0}{q_0} = \frac{1}{0}, \frac{p_1}{q_1}, \frac{p_2}{q_2}, \ldots$ les réduites successives de la fraction continue périodique simple

$$z = a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 + \ddots + \cfrac{1}{a_k + \cfrac{1}{a_1 + \ddots}}}}$$

» Écrivons les $2k - 1$ relations consécutives

$$(\mathrm{I})\quad \left\{\begin{array}{ll} p_{(n-1)k-(k-2)} = a_2 p_{(n-1)k-(k-1)} + p_{(n-2)k}, \\ p_{(n-1)k-(k-3)} = a_3 p_{(n-1)k-(k-2)} + p_{(n-1)k-(k-1)}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ p_{(n-1)k} = a_k p_{(n-1)k-1} + p_{(n-1)k-2}; \end{array}\right.$$

$$(\mathrm{II})\quad \left\{\begin{array}{ll} p_{nk-(k-1)} = a_1 \; p_{(n-1)k} + p_{(n-1)k-1}, \\ p_{nk-(k-2)} = a_2 \; p_{nk-(k-1)} + p_{(n-1)k}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ p_{nk-1} = a_{k-1} p_{nk-2} + p_{nk-3}, \\ p_{nk} = a_k \; p_{nk-1} + p_{nk-2}. \end{array}\right.$$

» Faisant la somme de toutes les égalités (I) et (II) multipliées par des facteurs convenables, on a

$$(1)\qquad p_{nk} = \alpha_k p_{(n-1)k} + (-1)^{k-1} p_{(n-2)k},$$

α_k étant un coefficient défini comme il suit.

» Cette relation donne par voie récurrente, en partant de p_0 et p_k, les numérateurs p_{nk}. Mais on trouve, en représentant par $\sum_k a_1 a_2 \ldots a_m$ la somme des k produits formés avec m termes *consécutifs* ($m < k$) de la suite des quantités $a_1, a_2, \ldots, a_k$ *disposées circulairement*, que, suivant la parité

de k, α_k est donné par

$$\alpha_{2\nu} = a_1 a_2 \ldots a_{2\nu} + \sum_{2\nu} a_1 a_2 \ldots a_{2\nu-2} + \sum_{2\nu} a_1 a_2 \ldots a_{2\nu-4} + \ldots + \sum_{2\nu} a_1 a_2 + 2$$

ou

$$\alpha_{2\nu+1} = a_1 a_2 \ldots a_{2\nu+1} + \sum_{2\nu+1} a_1 a_2 \ldots a_{2\nu-1} + \sum_{2\nu+1} a_1 a_2 \ldots a_{2\nu-3} + \ldots + \sum_{2\nu+1} a_1.$$

» Ces deux formules peuvent être réunies en une seule

$$(2)\quad \alpha_k = 1 + (-1)^k + a_1 a_2 \ldots a_k + \sum_k a_1 a_2 \ldots a_{k-2} + \sum_k a_1 a_2 \ldots a_{k-4} + \ldots,$$

le développement en somme de $\sum_k$ étant prolongé jusqu'à ce qu'il se termine de lui-même.

» Cette expression ne changeant pas par substitution circulaire des k éléments $a_1, a_2, \ldots, a_k$ qui les composent, on en déduit cette remarquable conséquence que la loi de récurrence (1) est la même pour les numérateurs des réduites, pris de k en k, en partant de p_i et de p_{i+k} $(i < k)$, qu'en partant de p_0 et de p_k, c'est-à-dire que

$$(3)\qquad p_{nk+i} = \alpha_k p_{(n-1)k+i} + (-1)^{k-1} p_{(n-2)k+i}.$$

» Donc, si u_n est le terme général de la suite récurrente définie par

$$u_0 = 0, \quad u_1 = 1,$$
$$u_n = \alpha_k u_{n-1} + (-1)^{k-1} u_{n-2},$$

c'est-à-dire, en vertu d'une formule connue,

$$(4)\quad u_n = \sum_{r=0}^{r=E\left(\frac{n-1}{2}\right)} (-1)^{r(k-1)} \frac{(n-1-r)(n-2-r)\ldots(n-2r)}{1.2\ldots r} \alpha_k^{n-1-2r},$$

on a, par application d'une formule que nous avons donnée ailleurs [1],

$$(5)\qquad p_{nk+i} = p_{k+i} u_n + (-1)^{k-1} p_i u_{n-1}.$$

---

[1] Voir *Nouvelles Annales de Mathématiques*, p. 71; 1884.

» Le rapprochement des formules (2), (4) et (5) donne l'expression cherchée du numérateur d'une réduite quelconque, les numérateurs des réduites correspondant aux deux premières périodes étant supposés donnés par un calcul direct.

» Pour les dénominateurs, le calcul est le même, avec le seul changement de p en q.

» Voici maintenant une remarquable expression de α_k. On a

$$\frac{p_{nk+i}}{q_{nk+i}} = \frac{p_{k+i}u_n + (-1)^{k-1}p_i u_{n-1}}{q_{k+i}u_n + (-1)^{k-1}q_i u_{n-1}}.$$

» Mais

$$\lim\left[\frac{u_n}{u_{n-1}}\right]_{n=\infty} = \rho,$$

ρ étant la racine, supérieure à l'unité, de l'équation

$$(6)\qquad x^2 - \alpha_k x + (-1)^k = 0.$$

» Donc, z étant la valeur de la fraction continue périodique considérée,

$$z = \frac{p_{k+i}\rho + (-1)^{k-1}p_i}{q_{k+i}\rho + (-1)^{k-1}q_i}.$$

» Par suite,

$$\frac{p_k\rho + (-1)^{k-1}p_0}{q_k\rho + (-1)^{k-1}q_0} = \frac{p_{k+1}\rho + (-1)^{k-1}p_1}{q_{k+1}\rho + (-1)^{k-1}q_1}$$

ou

$$(p_k q_{k+1} - p_{k+1}q_k)\rho^2 \\ + (-1)^{k-1}[(p_0 q_{k+1} - p_{k+1}q_0) + (p_k q_1 - p_1 q_k)]\rho + (p_0 q_1 - p_1 q_0) = 0,$$

ou encore, puisque $p_k q_{k+1} - p_{k+1}q_k = (-1)^k$,

$$\rho^2 - (p_k + q_{k-1})\rho + (-1)^k = 0.$$

Et comme ρ satisfait à l'équation (6), on en déduit

$$(7)\qquad \alpha_k = p_k + q_{k-1}.$$

» Les termes des $2k$ premières réduites étant supposés calculés directement, c'est cette dernière formule qui servira, au lieu de (2), à calculer α_k. »

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie de la déformation infiniment petite d'un milieu.* Extrait d'une Lettre de M. **Eug. Beltrami** à M. Maurice Lévy.

« Pavie, 2 mars 1889.

» Je prends la liberté de vous communiquer quelques remarques que j'ai eu l'occasion de faire, dans des recherches sur la déformation infiniment petite d'un milieu continu, et qui se rapportent à un point tout à fait élémentaire de cette théorie.

» ... Soient, comme de coutume, u, v, w les trois composantes de déplacement, au point (x, y, z) du milieu, et a, b, c, f, g, h les six composantes de déformation, au même point, c'est-à-dire les six quantités définies par les égalités

$$u_x = a, \qquad v_y = b, \qquad w_z = c,$$
$$w_y + v_z = 2f, \qquad u_z + w_x = 2g, \qquad v_x + u_y = 2h,$$

$u_x, u_y, \ldots$ étant les dérivées partielles de u, v, w par rapport aux coordonnées. Vous savez que, si l'on considère ces six quantités comme des fonctions données indépendamment des u, v, w, il faut et il suffit qu'elles satisfassent à certaines six équations aux dérivées partielles du second ordre pour qu'elles représentent les composantes d'une déformation possible, c'est-à-dire pour qu'elles soient exprimables, d'après les égalités précédentes, au moyen de trois fonctions arbitraires u, v, w. Or, dans les recherches dont je vous parlais, j'ai été amené à me demander s'il n'y aurait peut-être pas avantage à déduire ces six équations de la variation d'une seule intégrale triple, ainsi que cela se fait très utilement en plusieurs cas, par exemple pour l'équation classique du potentiel.

» Au lieu d'écrire ici tout de suite l'intégrale triple qui jouit de la propriété en question, et qui peut d'ailleurs prendre une infinité de formes différentes, je préfère vous présenter la chose d'une manière un peu indirecte, mais qui rend mieux compte du résultat auquel on arrive, surtout si l'on rapproche ce résultat de la considération par laquelle j'ai démontré ailleurs (Addition à mon Mémoire *Sur l'interprétation mécanique des formules de Maxwell*) que les six équations dont il s'agit sont suffisantes.

» Posons

$$2p = w_y - v_z, \qquad 2q = u_z - w_x, \qquad 2r = v_x - u_y,$$

c'est-à-dire désignons par p, q, r les composantes de ce que l'on est con-

venu d'appeler la *rotation du milieu*, au point (x, y, z). Ces trois équations établissent entre ces composantes et les coordonnées des relations en vertu desquelles on peut concevoir ces dernières comme des fonctions des variables p, q, r; car il n'y a pas, en général, d'équation finie entre ces trois quantités, bien qu'il y en ait une $(p_x + q_y + r_z = 0)$ entre leurs dérivées. En nous plaçant à ce point de vue, désignons par S l'intégrale

$$S = \frac{1}{2}\int\int\int\left(\frac{\partial x}{\partial p} + \frac{\partial y}{\partial q} + \frac{\partial z}{\partial r}\right) dp\, dq\, dr,$$

dont le champ limite est supposé arbitraire, mais fixe. Le déterminant Δ des équations

$$\begin{aligned} dp &= p_x\, dx + p_y\, dy + p_z\, dz,\\ dq &= q_x\, dx + q_y\, dy + q_z\, dz,\\ dr &= r_x\, dx + r_y\, dy + r_z\, dz \end{aligned}$$

n'étant pas généralement nul, on peut tirer de ces équations

$$\Delta\left(\frac{\partial x}{\partial p} + \frac{\partial y}{\partial q} + \frac{\partial z}{\partial r}\right) = q_y r_z - q_z r_y + r_z p_x - r_x p_z + p_x q_y - p_y q_x,$$

et l'intégrale S, transformée des variables p, q, r aux x, y, z, devient ainsi

$$S = \frac{1}{2}\int\int\int(q_y r_z - q_z r_y + r_z p_x - r_x p_z + p_x q_y - p_y q_x)\, dx\, dy\, dz.$$

Sous cette forme, on voit immédiatement que S n'est qu'en apparence une intégrale triple; car on peut de suite la réduire, et de plusieurs manières différentes, à une intégrale étendue à la surface limite : on peut, par exemple, la ramener à la forme

$$S = \frac{1}{4}\int\left(\frac{\partial p}{\partial s}\frac{\partial x}{\partial n} + \frac{\partial q}{\partial s}\frac{\partial y}{\partial n} + \frac{\partial r}{\partial s}\frac{\partial z}{\partial n}\right)\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}\, d\sigma,$$

où s est la direction de l'axe de rotation, $d\sigma$ l'élément de surface limite et n la direction de la normale intérieure à cet élément. Mais il est tout à fait inutile de tenir compte de cette réduction : ce qu'il importe de remarquer, c'est que, si l'on faisait varier les fonctions p, q, r dans l'intégrale triple, la partie indéfinie de la variation correspondante de S, je veux dire celle qui serait représentée de même par une intégrale triple, se réduirait identiquement à zéro.

» Cela posé, les dérivées p_x, p_y, ... des composantes de rotation peuvent s'exprimer toutes, ainsi qu'on s'en assure facilement, par celles des six composantes de déformation. En substituant ces expressions de p_x, p_y, ... par les dérivées de a, b, ..., on obtient

$$\begin{aligned} S = \tfrac{1}{2}\int\!\!\int\!\!\int[&(h_z - f_x)(f_x - g_y) + (f_x - g_y)(g_y - h_z) \\ &+ (g_y - h_z)(h_z - f_x) - (g_z - c_x)(b_x - h_y) \\ &- (h_x - a_y)(c_y - f_z) - (f_y - b_z)(a_z - g_x)]\,dx\,dy\,dz, \end{aligned}$$

et la partie indéfinie δS de la variation de cette intégrale, répondant à des variations arbitraires δa, δb, ... des composantes de déformation, a nécessairement la forme

$$\delta S = \int\!\!\int\!\!\int (A\,\delta a + B\,\delta b + C\,\delta c + F\,\delta f + G\,\delta g + H\,\delta h)\,dx\,dy\,dz.$$

» D'après la remarque précédente, cette variation sera ou ne sera pas nulle, quelles que soient les variations δa, δb, ..., suivant que les six fonctions a, b, ... seront ou ne seront pas de nature à représenter, par les expressions qu'on a mises tout à l'heure à la place de p_x, p_y, ..., les dérivées de trois fonctions p, q, r de x, y, z, c'est-à-dire (d'après l'esprit de la démonstration que j'ai citée ci-dessus) suivant que ces six fonctions pourront ou ne pourront pas représenter les composantes d'une déformation possible. En effet, si l'on calcule par la règle connue les coefficients A, B, ... des variations δa, δb, ..., on trouve

$$\begin{aligned} A &= \frac{\partial^2 f}{\partial y\,\partial z} - \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 b}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}\right), \\ B &= \frac{\partial^2 g}{\partial z\,\partial x} - \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 a}{\partial z^2}\right), \\ C &= \frac{\partial^2 h}{\partial x\,\partial y} - \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 a}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 b}{\partial x^2}\right), \\ F &= \frac{\partial^2 a}{\partial y\,\partial z} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial g}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial z} - \frac{\partial f}{\partial x}\right), \\ G &= \frac{\partial^2 b}{\partial z\,\partial x} - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial h}{\partial z} + \frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\partial g}{\partial y}\right), \\ H &= \frac{\partial^2 c}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial g}{dy} - \frac{\partial h}{\partial z}\right); \end{aligned}$$

et, en posant

$$A = B = C = F = G = H = 0,$$

on retrouve précisément les six équations que l'on connaît et qui expriment les conditions de toute déformation possible.

» La dernière expression de S, dont la variation indéfinie δS donne toutes ces équations, peut être transformée de plusieurs manières et recevoir beaucoup d'interprétations diverses; mais je dois me borner, en ce moment, aux simples indications qui précèdent. »

HYDRAULIQUE. — *Sur le jaugeage automatique d'une rigole d'alimentation.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« On a reconnu, à diverses reprises, pendant ces dernières années, l'impossibilité d'évaluer d'une manière pratique et continue le débit de la rigole de Courpalet, dont la section est très variable, le cours très sinueux et la pente presque insensible. M. Lebe Gigun, ingénieur en chef du canal d'Orléans, en présence de l'insuccès des méthodes habituelles, voulut bien recourir à celle que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 23 mai 1887 (¹). Elle consiste à substituer, aux déversoirs qui ne peuvent s'appliquer, un barrage vertical muni d'une jauge rectangulaire noyée. Le débit d'un semblable orifice se déduit de la formule $Q = m\omega\sqrt{2g(h_0 - h_1)}$, au moyen d'un appareil automatique qui indique à chaque instant ce débit, l'enregistre et le totalise.

» La vérification de la formule et de l'appareil résulte de 136 expériences directes effectuées à l'aide d'un réservoir en planches de 200^{mq} de superficie, sous l'habile direction de MM. Amade et F. Desgouttes, qui les ont groupées par journées dans les moyennes qui suivent :

Nombre d'expériences.	Niveau de la rigole.	Hauteurs génératrices.	Degrés de l'aiguille.	Débit par seconde		Coefficient de la dépense	
				lu.	observé.	moyen.	observé.
	m	m	o	l	l		
2...	0,500	0,00053	7,3	22,9	22,3	0,624	0,610
10...	0,560	0,0027	16,5	51,8	52,8	»	0,629
12...	0,570	0,0044	20,9	65,6	65,2	»	0,619
8...	0,390	0,0051	22,6	71,0	71,6	»	0,629
9...	0,380	0,0065	25,5	80,1	77,1	»	0,609
11...	0,435	0,0077	27,7	87,0	87,5	»	0,619
5...	0,548	0,0121	54,8	109,3	109,4	»	0,624
11...	0,642	0,0144	37,9	119,1	119,6	»	0,626
11...	0,570	0,0187	43,2	135,7	139,7	»	0,642
10...	0,527	0,0321	56,7	178,1	175,0	»	0,612

(¹) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1427; 1er semestre 1887.

Nombre d'expériences.	Niveau de la rigole.	Hauteurs génératrices.	Degrés de l'aiguille.	Débit par seconde lu.	Débit par seconde observé.	Coefficient de la dépense moyen.	Coefficient de la dépense observé.
	m	m	o	l	l		
11...	0,653	0,0398	63,1	198,2	199,4	0,624	0,627
10...	0,657	0,0473	68,8	216,1	219,5	»	0,633
8...	0,768	0,0515	71,8	225,5	224,8	»	0,621
10...	0,584	0,057	75,5	237,2	239,4	»	0,629
8...	1,050	0,0745	86,3	271,1	271,4	»	0,624
»	»	0,100	100	314,1	»	»	»

» L'éloignement du réservoir à 130^m en aval du jaugeur, imposé par les circonstances locales, nécessitait le maintien d'un régime absolument constant de la rigole pendant les dix minutes consacrées à chacune des expériences; à cet effet, au moyen d'une double vanne, on barrait instantanément la rigole, on ouvrait le réservoir et l'on y réglait l'accès de l'eau de façon à conserver rigoureusement le niveau initial de la rigole. Comme vérification, l'aiguille indicatrice du débit devait occuper une position presque invariable, dont on fixait la valeur par une moyenne de onze observations faites au commandement du sifflet, à la fin de chaque minute. Ici se place une observation importante qui intéresse la théorie de la propagation des crues et mascarets, tout en démontrant l'absolue nécessité d'un régime constant. On a constaté, par une vibration très nette de l'aiguille, que le remous produit par la manœuvre des vannes parcourt les 130^m qui séparent le réservoir de la jauge en cinquante-cinq ou soixante-cinq secondes suivant les niveaux, soit avec une vitesse supérieure à 2^m, alors que la vitesse du courant n'excède pas $0^m,10$.

» En définitive, on a *mesuré* directement le niveau libre, la dénivellation à la jauge, enfin le volume total d'eau recueilli dans le réservoir, d'où l'on a déduit la dépense par seconde. Cette mesure directe est forcément entachée d'une légère erreur, par suite de l'étendue des surfaces du réservoir et de la rigole dont il faut repérer les niveaux, et des apports qu'ont occasionnés certaines fortes pluies en dehors de la jauge.

» On a *lu* simultanément la position moyenne de l'aiguille et de la rotation du totalisateur. Ces deux lectures sont absolument précises et concordent naturellement; en les multipliant respectivement par les coefficients 3,141 et 1,13, correspondant à la jauge de $0^m,20 \times 1^m,80$, on obtenait la dépense moyenne en litres et la production totale en mètres cubes.

» Il ressort du tableau que : 1° le degré de l'aiguille marque la racine carrée de la dénivellation en hauteur génératrice; 2° les dépenses lues et mesurées sont pratiquement égales; 3° la formule ci-dessus se vérifie pour des hauteurs génératrices comprises entre 0^{mm} et 100^{mm}, en donnant au coefficient m de la dépense une valeur 0,624 indépendante des niveaux et de la vitesse [1]. »

---

[1] L'appareil, sorti des ateliers de M. J. Digeon, est robuste et a parfaitement résisté aux intempéries des diverses saisons. Un simple garde du canal s'acquitte facilement des lectures journalières.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations et l'équilibre en Thermodynamique.* Note de M. **Gouy**.

« La méthode employée précédemment [1] conduit à faire usage, en Thermodynamique, d'une *fonction nouvelle* qui paraît présenter l'avantage de se rattacher d'une manière immédiate à la considération des cycles.

» Parmi les forces extérieures qui agissent sur un système, les unes admettent un potentiel W, et leur travail s'annule dans tout cycle fermé (pesanteur, pression constante, etc.). D'autres forces extérieures n'admettent pas nécessairement un potentiel, et, pour faciliter le langage, nous dirons que ces dernières sont mises en jeu par un *opérateur;* en sorte que le travail élémentaire des forces extérieures sera $d\tau - dW$, $d\tau$ étant le travail extérieur fourni par l'opérateur [2].

» Nous ne considérerons pas d'autre source de chaleur que le milieu ambiant, à la température absolue T_0. Les échanges de chaleur entre ce milieu et le système, ou entre les diverses parties du système, se produiront, soit spontanément, soit par des cycles de Carnot auxiliaires mis en jeu par l'opérateur. Pour porter ainsi la quantité de chaleur dQ sur le système, l'opérateur fournira le travail $E\,dQ\left(1 - \frac{T_0}{T}\right)$, T étant la température absolue du point considéré. Nous appellerons *thermique* le travail ainsi mis en jeu, le mot *extérieur* s'appliquant à tous les autres travaux fournis par l'opérateur.

» Nous aurons à considérer le passage du système d'un état A à un état B, tous deux bien définis par les valeurs actuelles de certains paramètres. Nous supposerons toujours qu'il est possible à l'opérateur, au moins d'une manière, de faire passer le système de A à B par une opération réversible; nous aurons aussi à considérer le même passage effectué par l'opérateur d'autres façons, réversibles ou non.

» Supposons que l'opérateur fasse passer le système de A à B par une

---

(1) *Sur une loi générale relative aux effets des transformations réversibles* (*Comptes rendus,* 18 février 1889).

(2) Cette répartition des forces extérieures en deux groupes peut être effectuée d'une infinité de manières, puisque les forces du premier groupe pourraient être transférées au second (mais non inversement). Dans les problèmes physiques, la répartition se fera d'elle-même, et l'on a tout intérêt, pour simplifier les calculs, à ne pas accroître la part de l'opérateur, qui intervient seule dans les théorèmes.

opération réversible. Le travail total, extérieur ou thermique, que fournit l'opérateur, est le même quelle que soit l'opération réversible qu'il effectue, d'après le principe de Carnot (¹); par suite, ce travail est bien déterminé par les états A et B et par W et T_0. On peut donc l'exprimer par $\mathcal{E}_B - \mathcal{E}_A$, en désignant par $\mathcal{E}$ une fonction de l'état du système, de W et de T_0, fonction qui est déterminée à une constante près, comme l'énergie et l'entropie.

» Nous appellerons cette fonction $\mathcal{E}$ l'*énergie utilisable* du système par rapport à l'opérateur. En effet, $\mathcal{E}_B - \mathcal{E}_A$ exprime la plus grande valeur du travail que le système peut fournir à l'opérateur, d'une manière quelconque, en passant de B en A, valeur qui est atteinte lorsque ce passage s'effectue d'une manière réversible.

» Comme on le voit, l'énergie utilisable a un sens concret et, en quelque sorte, industriel. Elle répond à la question suivante : *Étant donné un corps dans un état déterminé, les conditions extérieures étant connues et constantes, combien de kilogrammètres utilisables dans une machine ce corps peut-il nous fournir, au maximum, en passant à un autre état déterminé.*

» La variation de $\mathcal{E}$ dans une transformation ne dépend donc que de l'état initial et de l'état final, et non de la manière dont s'effectue la transformation; on calculera cette variation en considérant une opération réversible. Ce calcul est en général très simple et peut s'effectuer de plusieurs manières; si l'on écrit que la variation de $\mathcal{E}$ est la même, cela revient, en somme, à considérer un cycle réversible.

» Considérons une transformation réversible élémentaire. Ceci implique que les échanges de chaleur s'effectuent par les cycles de Carnot auxiliaires. On a

$$d\mathcal{E} = d\tau + E\int\left(1 - \frac{T_0}{T}\right) dQ, \tag{1}$$

en désignant par $d\tau$ le travail extérieur fourni par l'opérateur, et par dQ la chaleur portée sur un élément de volume où la température est T. Cette relation est évidente, si l'on remarque que les échanges de chaleur entre les diverses parties du système peuvent ici être remplacés par des échanges avec le milieu ambiant.

» Dans certains cas, l'opérateur peut produire la transformation d'une manière réversible sans dépenser du travail thermique, ou bien du travail extérieur; le premier cas est celui des transformations adiabatiques, ou

(¹) Sans cela, en effet, on pourrait produire du travail dans un cycle fermé et réversible.

des transformations isothermiques si T est égal à T_0 ; le second cas est celui des variations de température sans travail extérieur de l'opérateur.

» *Condition d'équilibre.* — Considérons deux états A et B, et supposons qu'ils soient tels que le système puisse, au moins d'une manière, passer de A à B sans que l'opérateur fournisse du travail. Dès lors, la variation $\mathcal{E}_B - \mathcal{E}_A$ est nulle ou négative; car, d'après le principe de Carnot, l'opérateur, pour ramener le système de B en A, doit fournir un travail nul ou positif. Cette variation est certainement négative si les états A et B sont tels que l'opérateur puisse, par un moyen quelconque, retirer un travail positif du passage de A à B, ce qui est le cas ordinaire.

» Supposons maintenant que le système soit assujetti à certaines conditions et que l'opérateur ne fournisse aucun travail. Il résulte de ce qui précède que le système est en équilibre stable si $\mathcal{E}$ augmente d'abord pour toutes les transformations compatibles avec les conditions imposées; en d'autres termes, *si l'énergie utilisable est minimum, le système est en équilibre stable* (¹).

» Dès lors, les résultats déduits précédemment d'un cycle général sont évidents. Le passage spontané des *conditions instables* aux *conditions stables* diminue l'énergie utilisable, et, par suite, l'existence des conditions instables augmente le travail qu'a dû fournir l'opérateur, soit en faisant naître des forces nouvelles, s'il s'agit d'une action mécanique directe; soit en diminuant la capacité électrique ou calorifique, si l'opérateur a agi par un transport d'électricité ou de chaleur.

» L'énergie utilisable s'exprime aisément en fonction de l'énergie intérieure U et de l'entropie S. D'après la relation (1), on a

$$d\mathcal{E} = d(U - ET_0 S + W), \tag{2}$$

relation qui montre que, dans des cas particuliers, $d\mathcal{E}$ peut se réduire à la variation de U, ou de S (à un facteur constant près), ou de W, ou de l'énergie libre ou du potentiel thermodynamique. Remarquons, en terminant, que cette fonction $\mathcal{E}$ peut servir, comme l'entropie, à exprimer le principe de Carnot par une condition d'intégrabilité; elle tient compte, non pas seulement de l'état absolu du système, comme l'énergie intérieure et l'entropie, mais aussi de ses relations extérieures. »

(¹) A première vue, on peut s'étonner que l'équilibre puisse s'exprimer en fonction de $d\mathcal{E}$, qui paraît avoir quelque chose d'arbitraire, puisque les forces qui ont le potentiel W auraient pu être attribuées à l'opérateur. Mais les forces qui, en vertu des con-

OPTIQUE. — *Relation entre le pouvoir rotatoire magnétique et l'entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérable.* Note de M. **A. Potier**, présentée par M. A. Cornu.

« Pour expliquer, dans la théorie des ondulations, le pouvoir rotatoire magnétique, il faut admettre que les lois de l'élasticité de l'éther sont modifiées par l'état magnétique du milieu dans lequel le mouvement lumineux se propage, ou que cet état détermine la production de forces nouvelles s'ajoutant à la force élastique de l'éther.

» Sir G.-B. Airy (¹) a donné la forme des équations différentielles auxquelles devaient satisfaire les déplacements de l'éther, et par suite la valeur de ces forces nouvelles, sans se prononcer sur leur origine.

» Maxwell (²) invoque l'existence, dans le milieu soumis à la force magnétique, de tourbillons (*vortices*) dont le mouvement doit se combiner avec le mouvement lumineux, et, après une série d'hypothèses, sur la nature des tourbillons et la manière dont ils sont affectés par le mouvement lumineux, arrive aux équations différentielles voulues; il déclare lui-même cette théorie essentiellement provisoire.

» Rowland (³) adopte la théorie électromagnétique de la lumière; les vitesses des particules d'éther sont alors les courants, les forces élastiques deviennent des forces électromotrices. Il trouve qu'il suffit d'ajouter aux forces électromotrices, induites par les variations des courants, une force perpendiculaire au courant, dirigée dans le plan d'onde et proportionnelle au courant et à la composante, suivant le rayon, de la force magnétique. M. Rowland rapproche l'existence de cette force électromotrice, dans le milieu transparent, du phénomène de Hall, qui paraîtrait indiquer que, dans les corps conducteurs, un champ magnétique *permanent* induit une force électromotrice. Mais cette interprétation a été mise en doute, notamment par MM. Leduc et Righi, qui ont montré qu'une hétérotropie spéciale du conducteur sous l'influence du champ magnétique était la meilleure explication des faits observés, et qu'il n'était pas nécessaire de modifier les énoncés reçus des lois de l'induction ou de l'état permanent des courants.

» Je me suis proposé de chercher, dans les idées de Fresnel, une expli-

---

ditions imposées au système, ne produisent pas de travail, ne fourniraient aucun terme dans l'expression de $d\mathfrak{C}$, et les autres sont, par définition, étrangères à l'opérateur.

(¹) *Philosophical Magazine*, juin 1846.

(²) *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. II, § 822.

(³) *Philosophical Magazine*, avril 1881; Mascart et Joubert, *Traité d'Électricité*, t. I, p. 702 et suiv.

cation du pouvoir rotatoire magnétique. Pour Fresnel, la matière pondérable participe dans une certaine mesure, variable avec la longueur d'onde, au mouvement lumineux. Cette participation a été mise hors de doute, indépendamment de toute hypothèse sur la nature de la lumière, par les expériences de M. Fizeau sur l'entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérable en mouvement. D'autre part, dans un champ magnétique, chaque molécule devient un petit aimant dont l'axe, en l'absence de tout mouvement lumineux, est dirigé comme la force magnétique.

» Pendant la propagation du mouvement lumineux, on doit donc supposer dans le milieu transparent de petits aimants disséminés et participant à ce mouvement. Si le rayon lumineux est perpendiculaire à la direction du champ, ces petits aimants, dont l'axe magnétique est dans le plan d'onde, se déplacent parallèlement à eux-mêmes, sans que leur axe magnétique change de direction, sans que leur moment magnétique varie et leur mouvement n'induit aucune force électromotrice dans le milieu ambiant; la propagation de la lumière, considérée comme une perturbation électromagnétique, n'est pas altérée.

» Mais, si le rayon lumineux est dirigé suivant la force du champ, l'axe magnétique doit osciller dans le plan passant par le rayon et la vibration; sa direction change donc périodiquement, ainsi que les composantes de son mouvement magnétique, et des forces électromotrices perpendiculaires au plan dans lequel se meut cet axe sont induites; par conséquent, dans la théorie électromagnétique, il convient d'ajouter aux forces électromotrices induites par les courants du milieu ambiant (c'est-à-dire aux forces élastiques de la théorie ordinaire des ondulations) une force perpendiculaire à la vitesse, située dans le plan d'onde, périodique et proportionnelle à la vitesse angulaire des petits aimants, ce qui entraînera la rotation du plan de polarisation.

» Ce résultat, à peu près évident *a priori*, peut s'établir par le calcul :

» Soient ξ et η les composantes, rapportées à deux axes coordonnés dans le plan d'onde, du *déplacement* d'un point du milieu, siège du mouvement optique et électromagnétique; et m_x, m_y les composantes suivant ces axes du moment magnétique M d'une molécule pondérable; ces quantités sont fonctions de z et du temps; la force électromotrice induite par les variations de m_x et de m_y en un point du milieu a pour composantes

$$P_1 = -\frac{\partial V}{\partial z}, \qquad Q_1 = +\frac{\partial U}{\partial z},$$

en désignant par U, V les potentiels newtoniens dus à des distributions matérielles de

masses $\frac{\partial m_x}{\partial t}$, $\frac{\partial m_y}{\partial t}$. Ces U et V satisfont donc aux équations

$$\frac{\partial^2 V}{\partial z^2} + 4\pi\omega \frac{\partial m_y}{\partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + 4\pi\omega \frac{\partial m_x}{\partial t} = 0,$$

en appelant ωm_x, ωm_y les valeurs moyennes de m_x et de m_y par unité de volume.

» Les valeurs de m_x et m_y se déduisent des théories d'Ampère et de Weber; chaque molécule est le siège d'un courant dont le circuit est solidaire de la molécule, et dont l'intensité éprouve des variations proportionnelles à celles du flux magnétique qui traverse le circuit; dans le problème actuel, les oscillations de l'axe magnétique n'ont qu'une très faible amplitude, et ce flux, maximum pour la position d'équilibre, doit être considéré comme constant; le moment magnétique M de la molécule peut donc aussi être regardé comme constant, tandis que son axe fait avec les axes des angles périodiquement variables dont les cosinus seront représentés par α, β, γ. En vertu de sa participation au mouvement du milieu, la molécule possède à chaque instant autour de l'axe des x une vitesse angulaire $h\frac{\partial^2 \eta}{\partial z\, \partial t}$, et autour de l'axe des y une vitesse angulaire $h\frac{\partial^2 \xi}{\partial z\, \partial t}$; par suite, les moments m_x, m_y respectivement égaux à $M\alpha$, $M\beta$ éprouvent des variations

$$dm_x = Mh\gamma \frac{\partial^2 \eta}{\partial z\, \partial t} dt, \qquad dm_y = -Mh\gamma \frac{\partial^2 \xi}{\partial z\, \partial t} dt,$$

et enfin

$$\frac{\partial^2 P_1}{\partial z^2} = -4\pi\omega M h\gamma \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2}, \qquad \frac{\partial^2 Q_1}{\partial z^2} = +4\pi\omega M h\gamma \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2},$$

ou encore, puisqu'il s'agit de fonctions périodiques en z,

$$P_1 = -4\pi\omega M h\gamma\eta, \qquad Q_1 = 4\pi\omega M h\gamma\xi.$$

» La force électromotrice induite par le mouvement de la matière pondérable présente donc bien les caractères indiqués ci-dessus; en dehors du facteur h qui dépend de la nature du milieu, ou des liaisons entre l'éther et la matière pondérable, sa valeur est proportionnelle au magnétisme spécifique, ou à la force magnétique et au cosinus de l'angle du rayon lumineux et de la force magnétique.

» Dans la théorie électromagnétique de Maxwell [1], la force électromotrice, induite par le mouvement du milieu ambiant seul, a des composantes P_0, Q_0 qui sont les dérivées, changées de signe, par rapport au temps, des potentiels F, G, dus à des distributions matérielles dont les densités seraient μu, μv, si u et v sont les courants, et μ la perméabilité magnétique du milieu; c'est-à-dire que dans le cas actuel, où u, v sont fonctions seulement de z et du temps,

$$\frac{\partial^2 P_0}{\partial z^2} = -\frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial^2 F}{\partial z^2} = +4\pi\mu \frac{\partial u}{\partial t} = +4\pi\mu \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2},$$

---

[1] *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. II, § 790.

et de même

$$\frac{\partial^2 Q_0}{\partial z^2} = -\frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial^2 G}{\partial z^2} = +4\pi\mu\frac{\partial v}{\partial t} = 4\pi\mu\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2},$$

puisque u et v ne sont autres que les dérivées ξ et η.

» Comme on a d'ailleurs par définition, dans un milieu non conducteur,

$$4\pi\xi = KP_0, \qquad 4\pi\eta = KQ_0;$$

en représentant par K le pouvoir inducteur de ce milieu, on en déduit

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} = K\mu\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}, \qquad \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} = K\mu\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2},$$

équations auxquelles satisfont les déplacements dans un milieu transparent, et qui assignent à la lumière une vitesse de propagation égale à $(K\mu)^{-\frac{1}{2}}$. Dans un milieu soumis à une action magnétique, on devra poser

$$4\pi\xi = K(P_0 + P_1), \qquad 4\pi\eta = K(Q_0 + Q_1);$$

d'où

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} = K\left(\mu\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} - \omega M h \gamma \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2}\right),$$

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} = K\left(\mu\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + \omega M h \gamma \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2}\right).$$

» Ces équations expriment que les rayons circulaires de sens inverse se propagent avec des vitesses différentes ou que le milieu possède le pouvoir rotatoire. Ce pouvoir doit être, toutes choses égales d'ailleurs, proportionel à $M\gamma$, ou à la composante, suivant le rayon lumineux de la force magnétique : c'est la *loi de Verdet*.

» La théorie électromagnétique de la lumière établit donc un lien entre les expériences de M. Fizeau et la découverte de Faraday. »

PHOTOGRAPHIE. — *Emploi du sulfite de soude en Photographie, comme révélateur*. Note de M. **Paul Poiré**, présentée par M. Mascart.

« Dans une précédente Communication sur l'emploi du sulfite de soude en Photographie [1], j'indiquais que les résultats obtenus par une dissolution de sulfite de soude et d'acide pyrogallique, comme bain révélateur, pouvaient être dus à l'action de l'acide sur le sulfite, ou à celle de l'acide

---

[1] *Comptes rendus*, 1er octobre 1888.

sur le carbonate que pouvait contenir le sulfite. De nouvelles recherches ont permis de résoudre la question.

» L'analyse d'un grand nombre de sulfites commerciaux *vendus comme purs* montrant que ce corps est toujours accompagné de carbonate provenant du mode de fabrication, j'ai opéré avec un sulfite spécialement préparé et ne contenant pas trace de carbonate de soude. J'ai constaté qu'une dissolution de ce sulfite à 25 pour 100 et additionnée de 1^{gr} à $1^{gr},5$ d'acide pyrogallique pour 100^{cc} développait l'image photographique dans les conditions normales. Le développement est plus lent qu'avec les bains ordinaires, ou avec les dissolutions de sulfites commerciaux contenant du carbonate; mais, avec le temps, l'image acquiert toujours l'intensité voulue. J'ai vérifié par un grand nombre d'expériences que ce révélateur ne produit jamais le voile, qui se développe avec les bains ordinaires, par l'action prolongée du carbonate sur les plaques manquant de pose. Des épreuves faites dans des conditions de lumière exceptionnellement mauvaises ont pu rester huit et neuf heures dans le bain, sans se voiler ni se décoller. Le bain de sulfite de soude et d'acide pyrogallique peut servir à développer successivement plusieurs plaques. Il se conserve sans altération, si on le maintient à l'abri de l'air dans des flacons bouchés. Je me suis servi de bains ayant cinq mois d'existence, qui s'étaient à peine colorés et qui avaient conservé toute leur vigueur, quoique ayant déjà développé huit et dix plaques.

» Au point de vue pratique, il résulte d'un grand nombre d'expériences : 1° qu'avec les sulfites commerciaux il y a toujours avantage à prendre comme bain révélateur une dissolution de sulfite de soude à 25 pour 100, additionnée de $1^{gr},5$ d'acide pyrogallique pour 100^{cc} : 2° qu'il n'y a lieu d'ajouter de carbonate que lorsque l'on constatera que le développement est trop lent et qu'on voudra l'activer. »

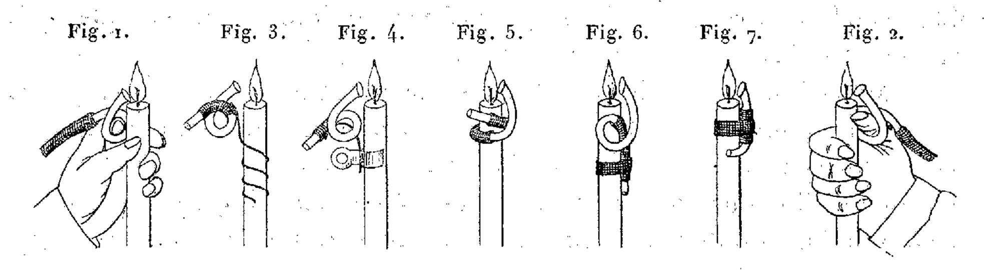
PHOTOGRAPHIE. — *Sur un petit appareil portatif pour la production facile et sans danger de l'éclair magnésique.* Note de MM. **Ad. Guébhard** et **P. Ranque**, présentée par M. Lippmann.

« Si l'usage des *photopoudres*, mélanges explosifs photogéniques à base de magnésium, a plus que doublé le champ d'activité de la photographie instantanée, en ajoutant la nuit au jour et l'intérieur au plein air, il offre de très grands inconvénients, des dangers même, à cause de l'explosibilité

des substances détonantes qui entrent dans les formules, ainsi que de l'action irritante qu'exercent sur les bronches les nuages de fumée produits par la combustion dans une atmosphère confinée.

» L'inflammation directe de la poudre de magnésium brusquement projetée sur une flamme supprimant tous ces inconvénients, nous nous sommes proposé de remplacer par un petit appareil portatif, facile à construire et à employer, les dispositifs plus ou moins complexes, encombrants et coûteux, qui ont été mis dans le commerce jusqu'à ce jour.

» Un petit tube de 10^{cm} environ de longueur et $0^{cm},4$ de calibre, contourné en forme de cor de chasse, voilà tout l'appareil (*fig.* 1 et 2). Par l'un des bouts, légèrement évasé, on introduit la petite dose de poudre nécessaire : $0^{gr},2$ (quantité que deux repères gravés sur le tube peuvent permettre de retrouver toujours facilement) produiront un éclairage ample-


Fig. 1. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 2.

ment suffisant à 3^{m} de distance pour un objectif de 2^{cm} d'ouverture et 10^{cm} de distance focale. Au bout opposé du tube, s'adapte le tuyau en caoutchouc de la poire habituellement employée pour la manœuvre des obturateurs pneumatiques. La petite bague de verre étant alors simplement passée au doigt indicateur ou au pouce d'une main tenant une bougie allumée (*fig.* 1 et 2), le pavillon braqué obliquement de bas en haut sur la grande largeur de la flamme, il suffira d'une pression de la main libre sur la poire pour provoquer la projection de la poudre et sa subite inflammation, sous forme d'éclair photogénique assez puissant pour permettre aux objets situés dans le champ de l'objectif, préalablement ouvert, d'impressionner instantanément la plaque au gélatinobromure d'argent.

» Par des procédés d'attache ou des modifications de forme extrêmement simples (*fig.* 3 à 7), on peut établir à poste fixe un ou plusieurs de nos *photospires* qui, commandés à distance par une même poire, permettront de produire, à l'instant précis que l'on désire, plusieurs foyers simultanés, d'intensités et de positions quelconques, résultat fort difficile à obtenir par tout autre procédé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers monochloroacétoacétiques α et γ. — Essai de synthèse de l'acide citrique*. Note de MM. **A. Haller** et **A. Held**. (Extrait.)

« Dans un travail publié en 1887 [1], nous avons établi que l'éther cyanacétoacétique, que M. W. James avait obtenu par double décomposition entre le cyanure de potassium et l'éther monochloroacétoacétique, était identique avec celui que nous avions préparé nous-même, en traitant l'éther acétoacétique sodé par du chlorure de cyanogène. Il en résultait que, à la formule de M. James, il fallait substituer celle que nous avions donnée précédemment. Une nouvelle synthèse de cet éther cyané, que nous avons obtenu en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur l'éther cyanacétique sodé, est venue confirmer notre manière de voir.

» Comme conclusion de notre travail relativement à l'éther de M. James, nous avons admis que l'éther monochloroacétoacétique employé renfermait le corps α-$CH^3.CO.CHCl.CO^2C^2H^5$. Vu le faible rendement en éther cyané (20 à 30 pour 100), nous avons cependant émis l'hypothèse que le produit de l'action du chlore sur l'éther acétoacétique, dans les conditions où nous avons opéré, pouvait bien être constitué par un mélange des deux isomères

$$\underbrace{CH^3.CO.CHCl.CO^2C^2H^5}_{\alpha}, \qquad \underbrace{CH^2Cl.CO.CH^2.CO^2C^2H^5}_{\gamma}.$$

» Le présent travail a pour but de démontrer qu'il en est réellement ainsi, et que l'un ou l'autre de ces dérivés domine, suivant les circonstances dans lesquelles se fait la chloruration.

» *Éther monochloroacétoacétique* γ. — Cet éther constituant la matière première de la synthèse que nous projetions, nous avons déterminé les conditions les meilleures dans lesquelles il se produit.

» Nous nous sommes arrêtés au mode opératoire suivant :

» L'éther acétylacétique est introduit, par portions de 50^{gr} ou de 100^{gr}, dans des vases de large section, de façon à occuper une faible épaisseur, et l'on fait arriver dans ces vases, bien refroidis, un courant de chlore sec, par

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1626, et *Bulletin de la Société de Chimie*, t. XXVII, p. 888.

un tube dont l'extrémité se trouve à 3^{cm} ou 4^{cm} au-dessous de la surface du liquide. On a constaté, dans ces conditions, une absorption très vive et très rapide du chlore, et, au bout d'environ une demi-heure, l'augmentation de 30^{gr} pour 100^{gr} d'éther est atteinte. Le produit est lavé et rectifié. On obtient ainsi les fractions suivantes :

1° De 180° à 188°... 1 à 2 pour 100
2° De 188° à 189°... 55 à 60 pour 100
3° A 194°......... 15 à 20 pour 100
4° De 195° à 200°... le reste

» Le dosage du chlore dans les produits 2, 3, 4 a fourni :

	Cl pour 100.	Calculé pour $C^6H^9ClO^3$.
Produits 188-189........	21,16 et 21,37	21,58
Produit 194	22,32 et 21,64	
Produits 195-200........	25,61	

» Cette dernière fraction renferme du dérivé bichloré.

» La deuxième portion, passant au point fixe 188°-189°, est donc la plus importante, et c'est sur elle que nous avons opéré.

» Pour établir la position du chlore, nous nous basons sur l'action du cyanure de potassium. L'éther α chloré fournit l'acétylcyanacétate d'éthyle connu et le produit γ chloré donnera le cyanacétoacétate d'éthyle

$$(1)\quad \underbrace{CH^3.CO.CHCl.CO^2C^2H^5}_{\alpha} + CAzK = KCl + CH^3.CO.CH\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases},$$

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned}&\underbrace{CH^3.Cl.CO.CH^2.CO^2C^2H^5}_{\gamma} + CAzK\\&= KCl + CAz.CH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5.\end{aligned}\right.$$

» 20^{gr} d'éther chloré, passant à 188°-189°, étendus d'éther anhydre ou de benzine, sont mis en contact avec du cyanure de potassium pur et finement pulvérisé (10^{gr}). La réaction commence à froid et est terminée au bout de trente-six heures environ, si l'on a soin d'agiter de temps à autre. Il se dégage de l'acide cyanhydrique. On filtre, on lave le résidu avec de l'éther, et on met les liqueurs en contact avec une nouvelle portion de cyanure de potassium. On répète les mêmes traitements et l'on recommence une troisième fois avec une nouvelle portion de cyanure. Cette dernière opération se fait à chaud. On recueille toutes les liqueurs et tous les précipités. Ceux-ci fournissent, par un traitement approprié, de 5 à 7 pour 100

d'éther acétocyanacétique. L'éther chloré renfermait donc de petites portions du dérivé α.

» Les liqueurs fournissent, après élimination du dissolvant, un produit jaune rougeâtre, encore chloré, et renfermant 5,30 pour 100 d'azote. On l'a rectifié dans le vide et l'on a recueilli environ un tiers d'éther chloré, passant à 188°-189° à la pression ordinaire; puis on a isolé un produit passant de 145° à 160° dans le vide et renfermant 7,47 pour 100 d'azote. Ce produit a été traité par de l'alcool saturé d'acide chlorhydrique. Au bout de quelques minutes, la saponification commençait et il se formait un dépôt de chlorhydrate d'ammoniaque. Quand ce sel ne semble plus augmenter, on a isolé l'éther, on l'a fait digérer avec de l'acide cyanhydrique, puis de nouveau avec de l'alcool chlorhydrique en chauffant légèrement. Après élimination de l'alcool et du chlorhydrate d'ammoniaque, on a obtenu un liquide qui, distillé dans le vide, fournit une petite quantité d'un liquide passant vers 200°, qui fut saponifié. L'acide ainsi obtenu, neutralisé par de la chaux, donne une liqueur qui se trouble par l'ébullition, pour redevenir limpide par le refroidissement. L'acide citrique présente ce caractère. Sa formation peut s'expliquer par la série d'équations suivante :

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} CH^2Cl.CO.CH^2.CO^2C^2H^5 + CAzK \\ \quad = CH^2CAz.CO.CH^2.CO^2C^2H^5 + KCl, \end{array}\right.$$

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} CAzCH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5 + 2C^2H^5OH + KCl \\ \quad = CO^2C^2H^5.CH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5 + AzH^4Cl + C^2H^5Cl, \end{array}\right.$$

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{l} CO^2C^2H^5.CH^2.\overset{CH^2}{\overset{\diagup\diagdown}{CO}}.C^2H^5 + CAzH \\ \quad = CO^2C^2H^5.CH^2.C\left\langle\begin{array}{l} OH \\ - \\ CAz \end{array}\right. CH^2CO^2C^2H^5, \end{array}\right.$$

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{l} CO^2C^2H^5.CH^2-\underset{OH\ \ \ CAz}{\underset{\diagup\ \ \diagdown}{C}}-CH^2-CO^2C^2H^5 + 2C^2H^5OH + KCl \\ \quad = CO^2C^2H^5.CH^2-C\left\langle\begin{array}{l} OH \\ - \\ CO^2C^2H^5 \end{array}\right. CH^2.CO^2C^2H^5 + AzH^4Cl + C^2H^5Cl. \text{»} \end{array}\right.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'australène.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **J. Hilt**. (Extrait.)

« L'australène a été signalé en 1854 par M. Berthelot [1], qui l'a extrait de l'essence de térébenthine américaine, provenant du *Pinus australis* de la Caroline du Sud; depuis cette époque, personne n'est revenu sur ce sujet. Nous avons repris cette étude dans l'intention de faire porter nos recherches sur les dérivés de cet hydrocarbure, et notamment sur l'isotérébenthène qui en dérive.

» .... L'australène se présente sous la forme d'un liquide incolore, très mobile, doué d'une faible odeur peu différente de celle du térébenthène gauche. Sa densité à 0° est égale à 0,8789; son coefficient de dilatation moyen entre 0° et 100° est de 0,0010425. Son indice de réfraction déterminé pour la raie D est $n_D = 1,4689$ à 18°,7, et l'énergie réfringente spécifique $\frac{n_D - 1}{d} = 0,5440$. Son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = +22°,85$.

» *Action de la chaleur.* — Sous l'influence d'une température de 300°, maintenue pendant deux heures, l'australène se change dans l'isotérébenthène correspondant, auquel nous donnerons le nom d'*isoaustralène* pour le distinguer de l'isotérébenthène dérivé du térébenthène gauche. Il bout à 177°,5; son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -8°,38$ à 20°.

» Chauffé à 300°, le carbure n'a pas subi de modifications apparentes; le point d'ébullition est resté le même et le pouvoir rotatoire a été trouvé égal à $[\alpha]_D = -8°,35$, à 20°,3.

» En outre, cette seconde application de la chaleur ne donne pas lieu à l'abondante production de polymères qui accompagnent la formation de l'isoaustralène. Cette expérience, répétée trois fois, nous a toujours donné le même résultat, c'est-à-dire que l'isoaustralène une fois formé ne paraît pas être modifié par la chaleur, au moins en ce qui concerne sa température d'ébullition et son pouvoir rotatoire. On peut donc le considérer comme une espèce chimique définie et stable.

» L'isoaustralène ayant subi l'action de la chaleur est un liquide incolore, très fluide, doué d'une forte odeur de zestes d'oranges.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XL, p. 31.

» Sa densité à 0° est 0,8593. Le coefficient de dilatation moyen entre 0° et 100° a été trouvé de 0,001017. L'indice de réfraction pour la raie D est $n_D = 1,4749$ à la température de 17°, d'où l'on déduit pour l'énergie réfringente spécifique $\frac{n_D - 1}{d} = 0,5626$.

» La détermination du pouvoir rotatoire des parties volatiles au-dessus du point d'ébullition de l'australène nous a fourni les nombres suivants :

Fraction A (157°-159°) .... $[\alpha]_D = +20°,33$
Fraction B (159°-161°) .... $[\alpha]_D = +13°,08$

» Après transformation en isoaustralène, ces produits bouillaient tous deux à 177° et présentaient les pouvoirs rotatoires suivants :

Fraction A...................... $[\alpha]_D = -16°,16$
Fraction B...................... $[\alpha]_D = -18°,72$

» Ces nombres établissent nettement que la rotation change de signe et prend une valeur négative d'autant plus forte que la valeur primitivement positive est plus faible. Nous nous contentons de signaler ce fait remarquable, sans essayer de l'interpréter. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'influence du thiophène et ses homologues sur la coloration des dérivés de la benzine et ses homologues.* Note de M. A. BIDET, présentée par M. Schützenberger.

« La nitrobenzine, préparée avec de la benzine même cristallisable, présente toujours, après plusieurs distillations, une teinte jaunâtre qui, sous l'influence de la lumière, devient de plus en plus foncée.

» Les résultats sont tout différents si l'on emploie de la benzine privée de thiophène et, dans ce cas, dès la première distillation, la nitrobenzine obtenue ne possède qu'une légère teinte jaune verdâtre, ne se modifiant plus au contact des rayons lumineux. L'addition d'un simple cristal de mononitrothiophène redonne à la benzine nitrée pure les propriétés de la nitrobenzine ordinaire.

» On peut faire subir à la benzine nitrée impure diverses purifications et arriver à un produit devenu inaltérable. Ainsi, en employant une sorte

de tube de Faraday dont l'une des branches contenant quelques centimètres cubes de nitrobenzine est soumise à une température d'environ 60°, tandis que l'autre branche reste à la température ordinaire, on voit se former peu à peu, au sommet de la courbure, des gouttelettes qui se rassemblent ensuite sous forme d'un liquide incolore; le nitrothiophène moins volatil reste sans doute dans la portion non distillée.

» On peut aussi se servir de la méthode des cristallisations répétées; la matière colorante s'accumule dans la partie liquide et les cristaux de nitrobenzine, devenant de plus en plus blancs, fournissent un liquide presque incolore.

» Enfin, comme troisième méthode, dissolvons la nitrobenzine impure dans l'acide sulfurique et chauffons légèrement; la solution prend une teinte rouge (fait qui ne s'observe pas lorsque le produit est pur), puis, si nous précipitons par l'eau, la benzine nitrée se sépare très faiblement colorée, tandis que le liquide aqueux conserve une teinte jaune, passant à l'orangé en présence des alcalis. En répétant plusieurs fois l'expérience, on obtient une nitrobenzine de moins en moins colorée, même absolument incolore vue à travers deux faces parallèles ou aux lumières artificielles, et ne présentant par réflexion à la lumière du jour qu'une nuance verdâtre peu marquée.

» Le toluène, privé du thiotoluène qu'il renferme par les procédés qui servent à la purification de la benzine, fournit des dérivés nitrés ayant, au point de vue de la couleur, des propriétés identiques à celles de la nitrobenzine pure.

» Il est à remarquer aussi que tous ces corps nitrés purifiés ont une odeur beaucoup plus agréable que les produits ordinaires.

» Les résultats que je viens de signaler à propos des dérivés nitrés se retrouvent aussi pour des corps de fonction différente. Ainsi, du phénol préparé au moyen d'un sulfone privé de composés thiophéniques peut s'obtenir sous forme de belles aiguilles, complètement incolores, ne prenant plus de teinte soit jaune, soit rouge, même après plusieurs mois d'exposition en pleine lumière.

» Nous pouvons aussi transformer en amines les composés nitrés purs, et alors l'aniline ou la toluidine n'acquièrent plus cette teinte rouge brun foncé que présentent toujours les produits ordinaires au bout d'un certain temps; on constate seulement que ces amines purifiées, d'abord incolores après distillation, prennent au bout de quelques jours une couleur

jaune, qui désormais reste invariable au contact des rayons lumineux.

» Cette faible teinte est due probablement à des traces d'amidothiophène, indiquant par là même que le corps initial renfermait encore des quantités très minimes de thiophène. C'est même une réaction beaucoup plus sensible que celle de l'isatine. En effet, si l'on arrêtait la purification de la benzine au moment où l'on n'observe plus la coloration bleue avec l'isatine, on obtiendrait par la suite une nitrobenzine devenant jaune, et l'aniline qui en est dérivée prend la teinte brune caractéristique. Il faut donc pousser beaucoup plus loin le traitement des carbures à l'acide sulfurique, si l'on veut obtenir des produits purs.

» Enfin, l'aniline, l'ortho et la paratoluidine, privées de composés thiophéniques, étant dans une proportion convenable pour former de l'aniline pour rouge, ne donnent plus que des traces de fuchsine par la condensation au moyen de l'acide arsénique sirupeux. Ces mêmes amines, provenant de dérivés nitrés purs, mais auxquels on a ajouté du nitrothiophène avant la réduction, fournissent par la condensation une matière colorante rouge, absolument comme le ferait l'aniline pour rouge ordinaire.

» Je continue d'étudier l'influence particulière du thiophène ou de ses homologues sur le rendement et la couleur des matières colorantes, obtenues par la condensation des amines aromatiques (¹). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les propriétés fertilisantes des eaux du Nil.* Note de M. A. **Müntz**.

« J'ai démontré précédemment (²) que les eaux du Nil ne doivent aux nitrates qu'elles renferment qu'une faible partie de leurs propriétés fertilisantes; c'est principalement dans le limon, comme on l'avait toujours pensé, que se trouvent contenus les principes auxquels on doit les récoltes abondantes qui caractérisent la plaine d'Égypte. J'ai continué mes études, sur le bienveillant conseil de M. Antoine d'Abbadie.

» Pour déterminer les matières utiles que ces eaux apportent à la végétation, il faut les considérer au double point de vue de l'irrigation et du

(¹) Ce travail a été fait à l'École de Physique et de Chimie.

(²) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 231.

colmatage, en tenant compte, pour l'irrigation, des principes dissous; pour le colmatage, des matières en suspension.

» L'eau du Nil, prise au Caire à l'époque de la crue, le 6 septembre 1888, contient par mètre cube, en dissolution :

Azote à l'état de nitrate.	$1^{gr},07$ = Acide nitrique.....	$4^{gr},10$
Acide phosphorique....	0,40	
Potasse...............	3,66	
Chaux................	48,00	

» C'est donc une eau d'irrigation de bonne qualité, avec une teneur en potasse assez élevée.

» La même eau, prise au milieu du Grand Nil, à $0^{m},60$ de profondeur pendant la crue de septembre, le niveau étant à 5^{m} au-dessus de l'étiage, contient en suspension, par mètre cube, $2^{kg},3$ de limon. Cette proportion varie en général entre $1^{kg},7$ et $2^{kg},5$; elle est, en moyenne, de $2^{kg},2$.

» Ce limon est formé essentiellement par des silicates hydratés d'alumine, de fer et de potasse, constituant une argile mélangée de carbonate de chaux et de matière organique.

» Il contient pour 100 :

Silice..............................	53,07
Alumine............................	14,57
Oxyde de fer.......................	10,21
Potasse............................	6,67 (1)
Magnésie..........................	1,07
Carbonate de chaux.................	3,13
Acide phosphorique.................	0,19
Matières organiques................	2,84 (2)
Eau combinée......................	7,41

» Ce limon est donc particulièrement riche en potasse; la chaux qu'il renferme, et qui y existe presque entièrement à l'état de carbonate, atténue la compacité de l'argile et lui donne les propriétés des terres arables. Le calcaire rend possible aussi la nitrification de la matière organique et, par suite, l'utilisation de l'azote qui y est renfermé.

» Les chiffres que j'ai obtenus diffèrent notablement de ceux des observateurs qui ont examiné avant moi ces limons, et surtout de ceux de Voelcker,

---

(1) Dont soluble dans les acides 0,31.

(2) Contenant azote 0,11.

généralement cités. Cet auteur signale, dans ces limons, de grandes quantités de matières organiques, atteignant 15 pour 100. Son erreur tient à ce qu'il se bornait à les doser par la perte au feu, comptant ainsi comme matière organique toute l'eau combinée des silicates.

» L'analyse physique, effectuée au moyen du procédé classique de M. Schlœsing, donne les résultats suivants :

Gros sable	0,0
Débris organiques grossiers	0,0
Sable fin	39,6
Argile	55,2
Carbonate de chaux	3,1
Acide humique	0,9

» Si le carbonate de chaux était absent, une terre aussi argileuse ne serait pas susceptible d'être cultivée ; le calcaire coagule l'argile, la matière organique diminue sa compacité, ainsi que l'a montré M. Schlœsing ; ces deux agents permettent au limon de former des sols ayant l'ameublissement nécessaire pour être travaillés et pour porter des récoltes.

» Ce n'est pas seulement à la proportion des éléments utiles qu'il renferme que ce limon doit ses propriétés fertilisantes, mais encore à l'extrême finesse des particules qui le composent. Cette finesse augmente la surface sous laquelle les principes utiles se présentent aux agents dissolvants du sol et à l'action des racines ; elle les met rapidement, sinon immédiatement, à la portée des végétaux.

» En envisageant l'eau du Nil dans son ensemble, au moment de la crue de septembre, on obtient les résultats suivants pour 1^{mc} :

	En dissolution.	En suspension.
	gr	gr
Azote	1,07	3,00
Acide phosphorique	0,40	4,10
Potasse	3,66	150,00
Chaux	48,00	70,50

» Ces chiffres montrent que le limon fait l'apport de beaucoup le plus important en éléments fertilisants, et que c'est le colmatage opéré par les crues qui doit être regardé comme la cause principale de la fertilité ininterrompue de la vallée du Nil. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« Les causes qui déterminent l'abondance des récoltes de pommes de terre et leur richesse en fécule sont nombreuses.

» En dehors des conditions météorologiques, il y faut compter la profondeur des labours, l'emploi d'engrais appropriés, la date de la plantation, sa régularité, l'espacement des plants, etc. Au cours de mes recherches, j'ai précisé l'influence de ces diverses causes; mais j'ai reconnu aussi que leur importance ne saurait être comparée à celle que possède le choix du plant.

» Bien des recherches ont été faites à propos de ce choix; elles ne paraissent pas avoir donné de résultats décisifs. C'est, en effet, et presque exclusivement de la grosseur du plant que les expérimentateurs se sont jusqu'ici préoccupés, en y rattachant quelquefois la considération du nombre d'yeux portés par chaque tubercule, alors qu'à ce choix doit intervenir surtout l'appréciation des qualités héréditaires des sujets.

» Prévoyant l'importance prépondérante de ces qualités et après avoir, par une première culture comprenant 1500 tubercules de poids sensiblement égal, reconnu que, malgré cette égalité, la récolte peut varier de $0^{kg},500$ à 2^{kg} par sujet, j'ai adopté un mode expérimental nouveau.

» Pour établir la puissance productive des tubercules de différentes grosseurs, j'ai, pour dix variétés différentes, récolté, en 1886, un certain nombre de pieds dont chacun a été, séparément, conservé jusqu'à la plantation de 1887. Chaque pied a constitué alors une culture indépendante; tous les tubercules qu'il avait fournis ont été pesés et cultivés côte à côte; à l'automne, la récolte de chacun d'eux a été pesée à son tour.

» J'ai ainsi reconnu que, pour chaque sujet, les tubercules étant rangés en série croissante d'après leur poids, les petits, malgré une puissance productive quelquefois énorme, donnent des récoltes inférieures, tandis qu'au delà se rencontre une zone comprenant les moyens et les gros, et dans laquelle les récoltes, sauf quelques anomalies, ne varient que dans des limites rapprochées.

» C'est ainsi, par exemple, qu'on voit, pour un pied de Jeuxey composé de vingt tubercules pesant depuis 5^{gr} jusqu'à 176^{gr}, les neuf plus petits (de 5^{gr} à 51^{gr}) donner des récoltes variant de $0^{kg},158$ à $0^{kg},725$, tandis que

les neuf tubercules suivants (de 56^{gr} à 100^{gr}) donnent des récoltes toutes comprises entre $1^{kg},155$ et $1^{kg},685$.

» De même, pour un pied de Gelbe rose, composé de 17 tubercules pesant depuis 6^{gr} jusqu'à 164^{gr}, on voit les six plus petits (6^{gr} à 40^{gr}) donner des récoltes variant de $0^{kg},265$ à $0^{kg},765$, tandis qu'au delà 9 tubercules consécutifs (42^{gr} à 93^{gr}) donnent des récoltes toutes comprises entre $0^{kg},900$ et $1^{kg},360$.

» Les tubercules de faible poids, en un mot, malgré leur énergie productive, rendent peu; les tubercules moyens, c'est-à-dire ceux de 55^{gr} à 75^{gr}, pour la Jeuxey, ceux de 40^{gr} à 60^{gr}, pour la Gelbe rose, ont un rendement comparable à celui des tubercules gros, c'est-à-dire pesant de 75^{gr} à 100^{gr} pour la Jeuxey, de 60^{gr} à 90^{gr} pour la Gelbe rose.

» Dix essais tout semblables ont, avec d'autres variétés, abouti aux mêmes résultats.

» Si donc, dans le choix du plant, le cultivateur doit rejeter les tubercules petits, il est inutile qu'il recherche les gros; les moyens lui donneront, à moindres frais, une récolte aussi belle.

» Renouvelés en 1888, sur une échelle plus grande, les essais qui précèdent m'ont permis d'établir, sans conteste, les qualités héréditaires des sujets; c'est en comparant le rendement de tubercules de même poids provenant de pieds les uns forts, les autres faibles, que j'y suis parvenu.

» Les données si nombreuses sur lesquelles s'appuie la démonstration de ce fait capital ne sauraient trouver place ici : je me contenterai d'en citer quelques-unes.

» Un pied pauvre de Magnum bonum ($0^{kg},225$) comprenait des tubercules de 21^{gr} à 30^{gr}; ceux-ci ont, à la récolte, donné treize fois le poids du plant; un autre pied, très riche celui-là ($2^{kg},240$), comprenait des tubercules de même poids: la récolte qu'ils ont fournie représentait trente-trois fois le poids du plant.

» De même, un pied pauvre de Jeuxey ($0^{kg},498$) comprenait des tubercules de 100^{gr}; ceux-ci ont rendu six fois le poids du plant; un pied riche ($1^{kg},855$) comprenait des tubercules du même poids; ceux-ci ont rendu près de onze fois le poids du plant.

» Je pourrais multiplier ces exemples, je pourrais montrer encore des plantations importantes comprenant jusqu'à 100 tubercules de poids égal, fournissant des récoltes plus abondantes lorsque ceux-ci provenaient de pieds forts que lorsqu'ils provenaient de pieds faibles.

» Toutes ces données figurent dans mon Mémoire; leur nombre est

assez grand, et la netteté, malgré quelques exceptions, en est assez marquée pour qu'il n'existe aucun doute sur la possession par les différents sujets de qualités productives personnelles et transmissibles à leur descendance.

» Les conditions suivant lesquelles le plant doit être choisi dérivent de ces observations; c'est aux tubercules moyens que le cultivateur doit s'adresser, et ces tubercules, il les doit demander aux sujets à grande énergie productive. Mes recherches d'ailleurs lui apportent un moyen pratique pour reconnaître ces sujets. Des constatations répétées m'ont permis d'établir expérimentalement qu'entre la richesse de la récolte prochaine et la vigueur des parties aériennes qui la préparent, existe une relation voisine de la proportionnalité; au pied de tout sujet à riche végétation, se forme une récolte abondante. De là, pour opérer la sélection, un procédé très simple; celui-ci consiste à marquer dans le champ les pieds faibles qu'on veut rejeter si l'ensemble de la culture est beau, les pieds forts que l'on veut conserver, au contraire, si ce sont eux qui forment l'exception.

» C'est de la réunion des conditions diverses que j'ai résumées dans cette Note que dépend la solution du problème consistant à obtenir normalement, en France, des rendements à l'hectare de 20000^{kg} à 25000^{kg} en pommes de terre riches à 16-17 pour 100 de fécule anhydre.

» La question se ramène, en somme, à consacrer à cette culture des terres de bonne qualité, à les labourer profondément, à leur donner une fumure appropriée à leur composition, à y planter enfin, de bonne heure, en lignes, à espacement bien régulier, des tubercules de grosseur moyenne pris parmi ceux qu'a fournis, sur la culture entière, la sélection des sujets à grand rendement, sujets que caractérise et désigne la vigueur de leur végétation aérienne. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la combustion lente de certaines matières organiques*. Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Note antérieure (30 avril 1888), j'ai rapporté des expériences faites en vue d'étudier la combustion lente du tabac et la part qu'y prennent les micro-organismes à diverses températures. Je me propose aujourd'hui, après avoir complété les résultats déjà donnés, d'en présenter d'autres du même genre sur le fumier.

» La méthode suivie dans ces recherches a été indiquée : on fait passer

de l'air à travers des lots de la substance étudiée, maintenus à des températures connues, les uns stériles, les autres ensemencés, et l'on mesure la combustion des divers lots par leur production d'acide carbonique, déterminée d'après la composition et le volume des gaz sortant des appareils.

» *Tabac.* — La température de 70° n'avait pas été dépassée dans les précédentes expériences. J'ai opéré depuis à 70°, à 80° et à 100°, et suis arrivé aux résultats suivants :

» L'action comburante des ferments, qui s'exerce manifestement à 40°, ne se fait plus sentir à 70°; je l'avais déjà constaté.

» La combustion purement chimique s'élève rapidement quand la température passe de 70° à 100°. Dans les vingt premiers jours, la production d'acide carbonique, rapportée à 1^{kg} de matière sèche, a été de 26^{gr} à 70°, de 62^{gr} à 80° et de 133^{gr} à 100° (le tabac employé renfermait 30 pour 100 d'humidité).

» D'importants changements se sont produits dans la composition du tabac, et cela d'autant plus vite que sa température a été plus élevée. Par exemple, en cinquante-deux jours, il a perdu à peu près la moitié de sa nicotine à 70° et les trois quarts à 80°; à 100°, en vingt jours seulement, il a subi la même perte des trois quarts.

» A l'égard de la couleur, de la consistance du tissu, de l'arome, le tabac doit éprouver certaines modifications pour une bonne fabrication de la poudre à priser. A 100°, on peut les obtenir en une douzaine de jours, alors qu'à 70° elles ne s'opèrent qu'en huit ou dix semaines, et qu'elles ne s'opèrent pas après de longs mois à 40°. A 70° et au-dessus, elles se produisent également dans les lots stériles et dans les lots ensemencés.

» Dans la pratique de l'opération dite *fermentation en masses*, ces modifications sont donc l'œuvre de réactions chimiques s'effectuant sans le concours de ferments à des températures relativement élevées. Le travail préliminaire des micro-organismes a pour effet d'élever progressivement la température au point où les réactions prennent une activité suffisante pour se continuer d'elles-mêmes.

» *Fumier.* — Des expériences analogues aux précédentes ont été exécutées sur le fumier. Après les travaux de M. Reiset, de M. Dehérain, de M. Gayon, elles ne devaient guère conduire à l'observation de faits bien nouveaux; mais elles pouvaient fournir des mesures, dont l'importance du fumier comme engrais justifie la détermination.

» Le Tableau suivant, réduit aux chiffres essentiels, en résume sommairement les résultats. Il donne la production de gaz carbonique en vingt-quatre heures, rapportée à 1^{kg} de fumier sec.

» Tous les lots ont été stérilisés en restant une heure à 115° ; après quoi, les uns ont été ensemencés avec un peu de jus ou des poussières de fumier, les autres n'ont pas été ensemencés et sont demeurés à l'abri des germes extérieurs.

» Les chiffres concernant les lots stériles représentent la combustion purement chimique ; ceux qui se rapportent aux lots ensemencés représentent la somme de cette combustion et de celle qui est due aux ferments.

» Les fumiers désignés ci-dessous étaient trois fumiers différents.

	Fumier de cheval demi-fait, à 60 pour 100 d'eau.			
	52°		58°	
	non ensemencé.	ensemencé.	non ensemencé.	ensemencé.
	gr	gr	gr	gr
3e jour..	9,4	57,0	11,8	63,1
4e » ...	10,0	40,0	12,3	33,9
5e » ...	8,8	31,7	12,3	24,7
10e » ...	7,4	24,1	12,1	17,8
26e » . .	3,5	13,1	2,3	8,0

	Fumier de cheval demi-fait, à 60 pour 100 d'eau.	
	66°	
	non ensemencé.	ensemencé.
	gr	gr
2e jour...	3,5	63,5
3e » ...	4,3	34,1
7e » ...	3,4	14,9
15e » ...	3,9	6,3
23e » ...	2,5	3,4

	Fumier de cheval demi-fait, à 76,2 pour 100 d'eau.			
	72°,5		81°	
	non ensemencé.	ensemencé.	non ensemencé.	ensemencé
	gr	gr	gr	gr
3e jour...	2,3	9,8	3,9	4,1
4e » ...	2,9	14,8	2,8	2,8
5e » ...	1,9	29,8	2,6	2,4
7e » ...	1,4	20,7	2,1	»
16e » ...	»	8,2	1,4	1,4

» Les chiffres qui précèdent, confirmés par d'autres, notamment aux températures les plus élevées, donnent une idée de la part qui revient aux ferments dans la combustion du fumier.

» Ils montrent que leur action peut présenter encore à 75°,5 une singulière énergie, puisqu'elle a fourni jusqu'à quinze fois plus d'acide carbonique que la simple combustion chimique. Le cas de ferments fonctionnant à de pareilles températures n'est pas fréquent ([1]).

» A 81°, plus de différence sensible entre les lots stériles et les lots ensemencés ; les micro-organismes ne sont plus intervenus dans la combustion.

» Je n'ai pas trouvé de gaz combustibles dans les produits gazeux, riches en oxygène, sortant des appareils.

» Ces expériences, qui ont trait à la fermentation aérobie du fumier, en ont amené quelques autres analogues sur la fermentation anaérobie de

---

([1]) On connaît des êtres qui vivent à ces températures : un micrococque et un bacille que M. Van Tieghem a cultivés à 74° (*Bulletin de la Société Botanique*, t. XXVIII) ; le *Bacillus thermophilus* de M. Miquel, cultivé à 70°-71°. M. Globig a aussi étudié des micro-organismes vivant à des températures voisines de celles-là.

la même substance. J'ai opéré comme plus haut, en substituant simplement un lent courant d'azote au courant d'air. Voici les résultats :

Fumier de cheval demi-fait, à 60 pour 100 d'eau.
Gaz produits en vingt-quatre heures, pour 1kg de matière sèche.

	52°						66°					
	Non ensemencé.			Ensemencé.			Non ensemencé.			Ensemencé.		
	CO^2.	CH^4.	H.	CO^2.	CH^4.	H.	CO^2.	CH^4.	H.	CO^2	CH^4.	H.
	lit		lit	lit	lit		lit		lit	lit		lit
5e jour...	0,07	0	0,01	1,33	0,11	0	0,21	0	0,04	1,25	0	0,04
12e » ...	0,19	0	0,03	1,96	1,81	0	0,52	0	0,20	0,63	0	0,34
17e » ...	0,16	0	0,02	1,68	1,61	0	0,40	0	0,16	0,42	0	0,17

» Il paraît, d'après ces chiffres et d'autres semblables fournis par un fumier différent (fumier de vache frais), que la fermentation forménique ne s'est plus produite à 66°.

» A la température de 58°, j'ai obtenu dans des lots ensemencés tantôt du formène (avec un fumier de vache), tantôt de l'hydrogène (avec un fumier de cheval); dans ce dernier cas, j'ai sans doute rencontré le ferment hydrique signalé par M. Dehérain.

» Dans aucun lot, la production d'acide carbonique n'a atteint, à beaucoup près, celle qu'a donnée la fermentation aérobie. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la vaccination contre la morve.* Note de M. **I. Straus**, présentée par M. Chauveau.

« La morve est considérée comme une des maladies virulentes pour lesquelles il n'existe pas d'immunité. Les expériences que je vais exposer montrent que cette manière de voir n'est pas conforme à la réalité des faits.

» On sait que le chien est un animal à faible réceptivité morveuse. Lorsque, par scarification ou par incision, on insère des produits morveux dans la peau d'un chien, on détermine un ulcère local, caractéristique, qui se cicatrise spontanément au bout d'un mois à six semaines. Ce n'est qu'exceptionnellement que l'on a pu ainsi produire des lésions morveuses disséminées et la mort [1].

---

[1] On doit à M. Galtier cette constatation intéressante, que le chien peut être réino-

» Dans mes expériences, j'ai procédé autrement; j'ai introduit directement, par injection intra-veineuse, dans la circulation générale du chien, des cultures pures, virulentes, du bacille de la morve. Dans ces expériences, plusieurs éventualités se présentèrent.

» Lorsque la culture injectée dans la veine saphène était en *quantité notable* (1^{cc} à 2^{cc} de culture dans du bouillon), l'animal présentait au bout de quelques jours une fièvre intense et un amaigrissement extrême; la peau se couvrait de nodosités siégeant dans l'épaisseur du derme et qui ne tardaient pas à s'ulcérer, en donnant l'écoulement séro-sanguinolent, oléiforme, propre aux ulcères morveux. La mort survenait dans un espace de temps variant de trois à six jours. A l'autopsie, le foie, la rate, plus rarement et à un moindre degré le poumon étaient parsemés de fines granulations morveuses. Les ensemencements faits avec le suc de ces granulations, ainsi qu'avec le sang du cœur, donnaient des cultures pures du bacille de la morve. Cette première série d'expériences montre donc que, par l'injection intra-veineuse, à dose massive, d'une culture virulente de morve, on détermine chez le chien une morve suraiguë, généralisée, à localisations tégumentaires et viscérales, mortelle.

» Si l'on injecte dans la veine la même culture, mais à *dose plus faible,* on détermine un état général moins grave, une éruption cutanée morveuse moins accusée, et l'animal récupère plus ou moins vite la santé. C'est là un nouveau et bel exemple du fait mis en évidence par M. Chauveau: la proportionnalité qui existe, dans certaines maladies, entre la dose du virus et les effets développés par ce virus.

» Chez les chiens ayant ainsi subi une première atteinte de morve généralisée, on peut ensuite, plusieurs semaines et plusieurs mois après la guérison, réinjecter dans la veine des cultures virulentes, à des doses extrêmement fortes et qui seraient infailliblement mortelles pour un animal non préparé. Souvent on ne provoque ainsi aucun phénomène, local ni général; parfois surviennent un mouvement fébrile passager, plus rarement une nouvelle poussée, très discrète, d'éruption morveuse. De semblables injections par la voie veineuse ont pu être pratiquées trois, quatre fois de suite, à un mois d'intervalle chaque fois, avec des quantités véritablement formidables de culture virulente, sans provoquer aucun accident appréciable.

» Ces faits montrent donc qu'une première atteinte de morve aiguë, supportée par le chien à la suite de l'injection intra-veineuse d'une culture du bacille de la morve, met cet animal à l'abri d'une réinfection ultérieure.

» Toutefois, si l'immunité ainsi conférée au chien à l'égard des injections intra-veineuses du virus est complète et absolue, on ne lui confère cependant pas ainsi la même immunité, au même degré, à l'égard de l'inoculation du virus sur la peau. Si l'on soumet des chiens, rendus absolument réfractaires à l'inoculation intra-veineuse, à des scarifications

culé sur la peau, avec succès, à diverses reprises, mais que les lésions sont moins étendues dans les inoculations successives (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 303; 1881).

morveuses sur la peau du front, on peut encore provoquer chez eux l'apparition de l'ulcère caractéristique; mais cet ulcère est toujours remarquablement petit et guérit avec une grande rapidité.

» Il est inutile d'insister sur la portée de ces faits au point de vue de la pathologie générale. La morve était jusqu'ici considérée comme le type d'une maladie virulente ne donnant pas l'immunité. En choisissant un animal à faible réceptivité, tel que le chien, nous avons réussi à démontrer que la morve, elle aussi, rentre dans le cadre des maladies pour lesquelles l'immunité peut être créée.

» J'ai été naturellement conduit à étendre ces expériences aux animaux à grande réceptivité morveuse, aux solipèdes, pour lesquels une pareille vaccination trouverait une application pratique évidente. Au lieu de cultures virulentes, j'ai employé des cultures âgées et ayant subi, par le fait de l'âge, une grande atténuation. Des quantités d'abord très faibles, puis graduellement croissantes de ces cultures ont été injectées, à diverses reprises, dans la veine d'un âne, sans déterminer d'accidents appréciables [1]. Mais cet animal, soumis ensuite à l'épreuve d'une injection sous-cutanée d'une culture virulente, succomba à une morve suraiguë caractéristique. Ce résultat ne doit pas décourager, et je poursuis les expériences dans cette direction. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Effets locaux zymotiques des substances solubles contenues dans les cultures du* Bacillus heminecrobiophilus. Note de M. S. **Arloing**, présentée par M. A. Chauveau.

« La destruction des organes privés de sang par le *Bacillus heminecrobiophilus* est accompagnée de phénomènes zymotiques. Pendant que le tissu conjonctif du testicule bistourné se liquéfie comme sous l'influence d'une diastase digestive et que les éléments cellulaires se détruisent, des gaz apparaissent çà et là et finissent par former des collections qui donnent au testicule une sonorité très nette à la percussion. Dans les cas où l'activité du microbe est moins grande, pendant que des phénomènes de fermentation se produisent dans le testicule, la vaginale se remplit de productions fibrino-purulentes, jaunâtres, d'aspect caséeux, dont le point de départ est à la surface du feuillet pariétal de la séreuse. Avec le temps, l'albuginée se

---

[1] Ces cultures étaient injectées en même temps dans le péritoine de cobayes et les faisaient régulièrement périr de la morve.

déchire dans quelques points et la masse pâteuse ou semi-fluide de la vaginale envahit les poches gazeuses intra-testiculaires. Il se dégage de ces lésions une odeur fade particulière, qui n'est pas celle de la putréfaction.

» Les gaz ne renferment pas d'oxygène ni d'hydrogène; ils contiennent 16,80 pour 100 d'acide carbonique et probablement 83,20 pour 100 d'azote.

» Tous ces effets peuvent être produits par les substances solubles contenues dans les cultures du *Bacillus heminecrobiophilus*. Nous avons fait cette observation en cherchant si l'injection préalable de la partie liquide des cultures serait favorable ou nuisible à l'action ultérieure du microbe.

» Si donc on filtre sur porcelaine une culture qui a été faite dans du bouillon de veau, et si l'on injecte $0^{cc},5$ à 1^{cc} de liquide dans la profondeur d'un testicule récemment bistourné, on voit se développer autour de l'organe un œdème inflammatoire considérable; l'organe lui-même s'arrondit, augmente de tension et rend à la percussion un son qui indique la présence de gaz à son intérieur.

» Comme ces effets sont, à peu de chose près, les mêmes qu'à la suite de l'injection de la culture non filtrée, il est permis de se demander si, dans le cas où l'on injecte la culture complète, le résultat n'appartient pas plutôt aux substances solubles qu'aux microbes proprement dits.

» Pour nous éclairer sur cette hypothèse, nous avons fait bistourner les deux testicules d'un bélier et nous avons injecté isolément : dans l'un des testicules, le bouillon de culture filtré, et dans l'autre, les microbes mis en suspension dans du bouillon neuf stérilisé. Nous avons eu soin de débarrasser les bacilles des produits solubles qui pouvaient les imprégner, en les lavant dans le filtre Chamberland avec une grande quantité d'eau distillée stérilisée.

» Les accidents inflammatoires immédiats furent plus accusés autour du testicule qui avait reçu les microbes; mais plus tard, les gaz et les productions caséiformes de la vaginale furent plus considérables du côté où l'on avait injecté le bouillon filtré. Un essai de celui-ci avant l'injection, et de la matière semi-fluide du testicule au moment de son ablation, a démontré qu'aucun microbe n'était intervenu dans la genèse des altérations.

» A quelle portion des produits solubles contenus dans le bouillon faut-il attribuer les propriétés zymogènes que nous venons de signaler? Est-ce à la partie qui est précipitée par l'alcool, ou est-ce à la partie qui est dissoute par ce liquide?

» Nous avons préparé isolément ces deux sortes de produits dans les

bouillons de culture, d'après le procédé indiqué dans notre Note du 4 mars dernier; et, après les avoir mis en dissolution dans l'eau, nous les avons injectés séparément dans les testicules récemment bistournés d'un bélier. Ces deux organes, après la torsion du cordon, avaient été refoulés dans l'aine. On vit apparaître autour des deux organes la zone œdémateuse ordinaire; mais elle était plus prononcée autour de l'organe où l'on avait introduit la substance précipitable par l'alcool. Plus tard, on constata la présence de gaz des deux côtés; mais les accidents destructeurs marchèrent plus rapidement du côté des substances insolubles dans l'alcool, car, à un moment donné, la poche où était enfermé le testicule s'ouvrit spontanément et laissa s'échapper un organe dont l'albuginée et le tissu conjonctif étaient ramollis dans plusieurs points, et le tissu propre creusé de poches, aujourd'hui vidées de leur contenu gazeux.

» Ce dernier résultat n'est pas absolument décisif; mais il ne faut pas oublier que les produits de la nature des diastases ne sont jamais complètement précipités de leurs solutions par l'alcool.

» Nous croyons pouvoir tirer des faits contenus dans cette Note les conclusions suivantes :

» 1° Les produits amorphes sécrétés par le *Bacillus heminecrobiophilus* dans les bouillons où il a végété peuvent déterminer des fermentations dans les organes privés de circulation sanguine;

» 2° Ces produits provoquent une réaction inflammatoire particulière dans les points où ils touchent à des tissus normaux;

» 3° Leur propriété zymotique *paraît* appartenir à une substance précipitable par l'alcool et qui possède plusieurs caractères généraux des diastases. »

ZOOLOGIE. — *L'appareil à venin des Poissons*. Note de M. **A. Bottarel**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les appareils à venin qu'on trouve chez certains Poissons offrent des variétés anatomiques assez nombreuses, qui peuvent être ramenées à cinq types principaux : A, type de la Synancée (*Synanceia brachio*, etc.); B, type de la Vive (*Trachinus draco*, etc.); C, type des *Thalassophryne reticulata;* D, type de la Murène (*Muræna Helena*, etc.); E, type de la Scorpène (*Scorpæna scrofa*, etc.).

» A. Type de la Synancée. — Famille : Triglidés; genre : Synancée.

» La blessure faite par les rayons épineux de la Synancée est quelque-

fois mortelle, et j'ai recueilli, à la Réunion seulement, cinq cas de mort authentiques par la piqûre de ce Poisson.

» L'appareil à venin de la Synancée siège à la nageoire dorsale. Cet appareil se compose essentiellement d'une épine pour l'introduction du venin dans la plaie, d'un réservoir à venin et d'une glande à sécrétion.

» De chaque côté de chacun des treize rayons épineux de la nageoire dorsale et un peu en arrière d'eux, se trouve un réservoir à venin cylindrique, allongé, deux fois plus long que large, et dont l'extrémité supérieure est terminée en vrille. Il y a aussi deux réservoirs à venin, distincts et isolés l'un de l'autre, pour chaque épine, et l'on compte vingt-six réservoirs à venin sur l'animal. L'extrémité supérieure du réservoir à venin est placée au fond de la cannelure de l'épine. C'est là le *lieu de moindre résistance*, où éclate toujours le réservoir à venin, lorsqu'il est soumis à une pression énergique. Cette pression est indispensable pour que le venin s'échappe du réservoir. Elle se produit, par exemple, lorsque le pied nu du pêcheur se pose sur le dos de la Synancée.

» Le réservoir à venin de la Synancée, après qu'on l'a isolé des tissus environnants, a un aspect extérieur fibreux. Entre sa membrane propre (externe) et sa membrane intime (interne) se trouve une couche de tissu cellulaire lâche, dénuée de fibres musculaires, mais très riche en fibres élastiques. Dans l'épaisseur de cette couche conjonctive sont placées dix à douze glandes en tubes ramifiées; les ramifications ne vont pas au delà de trois. Ces glandes ont beaucoup d'analogie, par leur forme ramifiée aussi bien que par leur structure glandulaire, avec les glandes de Lieberkuhn du Chat. Ce sont ces glandes qui sécrètent le venin. Le venin de la Synancée, comme celui de la Vive, produit une mortification rapide des tissus vivants qu'il touche; il agit aussi comme poison paralysant.

» B. Type de la Vive. — Famille : Triglidés; genre : Trachine ou Vive; espèces : *Trachinus draco, Trach. Vipera, Trach. araneus* et *Trach. radiatus*.

» J'ai étudié l'appareil à venin des quatre espèces du genre Vive au laboratoire maritime de Physiologie du Havre. Il est identique chez les quatre espèces.

» Je ne reviendrai pas sur la description de la glande à venin de la Vive, qui se trouve dans la Thèse inaugurale du Dr L. Gressin, 1884.

» *Cottes.* — Famille : Gobiidés; genre : Cotte.

» J'ai étudié plus spécialement les espèces *Cottus scorpio* et *Cottus bubalis,* qui se pêchent dans la Manche.

» L'appareil à venin du Cotte est analogue à celui de la Vive. Ce poisson a trois épines operculaires auxquelles la membrane des ouïes

forme gaine. Cette gaine peut se retrousser, dans le mouvement d'abduction de l'opercule, pour laisser saillir l'épine. A la base des épines, surtout de la plus inférieure, se trouvent des culs-de-sac qui font suite à la gaine, et dont la surface interne n'est revêtue de cellule à sécrétion qu'au moment du frai. En dehors de l'époque du frai, on ne trouve que des îlots, plus ou moins étendus, d'épithélium cylindrique sur la surface interne des culs-de-sac; cet épithélium peut même alors disparaître entièrement.

» C. Type du Thalassophryne reticulata. — Famille : Batracidés; genre : Thalassophryne.

» Ce poisson possède un double appareil à venin, un appareil operculaire et un appareil dorsal.

» Une épine forte, droite, conique et creusée d'un canal central termine l'os operculaire. Cette épine est en relation avec une poche à venin qui offre deux prolongements : un qu ise dirige vers le profil de la tête, l'autre qui s'étend latéralement vers la joue. La membrane des ouïes enveloppe, comme chez la Vive et le Cotte, l'épine operculaire et lui forme une gaine.

» Deux épines, en relation chacune avec un réservoir à venin, se trouvent en arrière de la tête. Elles sont coniques et creusées d'un canal central; l'antérieure est la plus courte. Ces épines sont reliées entre elles par une membrane interradiaire qui leur forme une gaine; et elles constituent une première nageoire dorsale formée de deux rayons seulement.

» La surface interne des poches à venin est tapissée de cellules cylindriques à sécrétion, dont la fonte constitue le venin.

» D. Type de la Murène. — Famille : Murénidés; genre : Murène.

» L'appareil à venin de ce poisson siège au palais. Il est limité inférieurement par la muqueuse palatine, supérieurement par les os palatins qu'il recouvre exactement, postérieurement par le relief des os ptérygoïdiens, latéralement et en avant par l'arcade dentaire (maxillaires et intermaxillaires).

» Cet appareil à venin est constitué par une poche relativement vaste et par trois à quatre dents fortes, coniques, légèrement arquées, à convexité antérieure et en forme de crochets. La poche à venin est tapissée d'épithélium cylindrique à sécrétion. Les dents ne sont point creusées d'un canal central, et le venin s'écoule entre elles et la muqueuse palatine qui leur forme une gaine. Celle-ci est ramenée à la base des dents dans leur mouvement de pénétration dans les tissus.

» Les dents sont mobiles; elles sont articulées avec l'os palatin qui présente une petite cavité pour les recevoir, et un tissu fibreux résistant sert de moyen d'union.

» Outre les dents palatines, il y a, entre les groupes des dents maxillaires, plusieurs dents mobiles qui sont en relation avec le réservoir à venin. Les mouvements imprimés aux deux premières dents mobiles (les plus antérieures) sont transmis exactement à la quatrième dent palatine par l'intermédiaire de la muqueuse et de tractus fibreux spéciaux.

» Il n'y a aucun muscle dans l'épaisseur ou dans le voisinage du réservoir à venin, dont la contraction puisse diminuer son volume.

» Le venin de la Murène, outre son action toxique, a des propriétés digestives puissantes, et, sur le poisson mort depuis quelque temps déjà, on trouve toutes les parois de la glande digérées.

» E. Type de la Scorpène. — Famille : Triglidée ; genre Scorpènes.

» J'ai étudié plus particulièrement les deux espèces qui se pêchent dans la Méditerranée ; la grande Scorpène rouge (*Scorpæna scrofa*) et la petite Scorpène brune (*Scorpæna porcus*). Ces deux espèces possèdent un appareil à venin, situé à la nageoire dorsale et à la nageoire anale.

» Les rayons épineux de la nageoire dorsale sont creusés, de chaque côté de l'axe de l'épine, d'un canalicule qui sert à l'écoulement du venin. Celui-ci est sécrété par la surface interne de la membrane interradiaire des épines, qui leur forme une gaine dans une certaine étendue de leur longueur. La surface interne de la gaine est tapissée par une couche de cellules cylindriques à sécrétion.

» L'appareil à venin des Scorpènes est semblable à celui qui se trouve annexé aux quatre à sept rayons épineux de la nageoire dorsale de la Vive. »

ZOOLOGIE. — *Sur les homologies de différents organes du Taret* [1]. Note de M. A. **Ménégaux**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« A cause de sa forme aberrante, le Taret est un type particulièrement intéressant à étudier. Mes recherches me permettent de mettre en lumière certaines homologies plus clairement qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour.

» Le Taret est bien un dimyaire, car j'ai retrouvé le muscle adducteur antérieur inséré sur l'auricule antérieure des valves. Cet adducteur, très petit, est recouvert par un lobule palléal et séparé de l'adducteur postérieur par le rectum et un vaisseau qui accompagne celui-ci. Les palettes

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Perrier, au Muséum, avec des animaux que je dois à l'obligeance de MM. Durègne, d'Arcachon, et Hock, de Leyde (Hollande).

sont mues par trois muscles spéciaux; le plus gros naît des muscles des siphons; les deux autres, très longs, vont se perdre dans le manteau. Cette musculature si particulière en fait des organes sans équivalents chez les autres Lamellibranches et caractéristiques des Térédinés.

» L'aorte unique des Tarets représente en avant les aortes antérieure et postérieure des Pélécypodes : c'est ce que montre facilement, avec la dernière évidence, l'examen du système circulaire des *Pholadidea* et *Jouannettia*. Mais, après qu'il a contourné l'adducteur postérieur, ce tronc ne correspond plus qu'à l'aorte postérieure. Placé à droite du rectum, il donne deux palléales latérales; puis il vient un peu à droite pour suivre le nerf siphonal droit et donner une branche à chacun des siphons.

» Cette asymétrie du système circulatoire est plus apparente que réelle. Elle est de l'ordre de celle qu'on observe dans la Pholade, où l'aorte postérieure est latérale et à droite du rectum. Seulement, dans le Taret, le manteau prenant un grand développement longitudinal, cette aorte s'allonge beaucoup avant de se bifurquer pour aller aux siphons. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la genèse des tumeurs bactériennes du Pin d'Alep*. Note de M. **Paul Vuillemin**. (Extrait.)

« .... Dans une Note récente ([1]), M. Prillieux me fait l'honneur d'examiner les questions traitées dans mes recherches sur les bactériocécidies du Pin d'Alep, que j'avais communiquées précédemment à l'Académie. Tout en le remerciant de l'attention qu'il a bien voulu accorder à ce travail, je crois devoir faire remarquer qu'il existe, entre ses résultats et les miens, une divergence qui n'existerait sans doute pas, s'il eût attendu la publication détaillée de mes observations. Il est, en effet, facile de constater que les membranes cellulaires, loin d'être corrodées et détruites, se subérisent légèrement au contact des méats où sont confinées les Bactéries. Pour être conduit à penser que les Bacilles du Pin d'Alep agissent à la façon des Micrococques du blé rose, M. Prillieux a dû s'adresser à des échantillons trop âgés ou desséchés; ou bien, peut-être encore, les réactifs que l'on emploie d'ordinaire pour conserver aux éléments leur aspect naturel auront-ils été infidèles.

» M. Prillieux admet également la formation de nodules ligneux à fibres pelotonnées aux dépens du parenchyme cortical. Sans doute une coupe

([1]) *Comptes rendus*, 4 février 1889.

isolée, surtout si elle n'est pas radiale, donne une apparence conforme à cette manière de voir, comme je l'ai signalé moi-même; mais, si l'on compare cette coupe à une série d'autres coupes parallèles, on arrive toujours à établir la continuité entre le tissu générateur des nodules et le cambium normal; seulement, en certains points du trajet intermédiaire, ce cambium n'a donné que du liber, ou même est resté à l'état de méristème. Aussi l'emploi des procédés délicats de l'Histologie a-t-il seul permis de trancher la question et de prouver que les tissus du pin d'Alep ne sont pas le siège de métamorphoses contraires aux lois de l'organogénie.

» Quant au rayonnement des canaux zoogléiques à partir du disque initial, dans les tumeurs cambiales, c'est une question de fait sur laquelle je n'ai pas à revenir. Je répondrai un mot seulement aux remarques de M. Prillieux : les Bacilles n'ont pas pénétré simplement dans des rayons médullaires préexistants, puisque les cavités zoogléiques sont bien plus larges que tout rayon médullaire et que ces cavités sont, sur une partie de leur trajet, orientées normalement à la direction des rayons, comme le démontre la disposition des trachéides et des ponctuations aréolées. Enfin la manière exacte dont les couches ligneuses, extérieures au disque initial, revêtent les tissus hyperplasiques qui entourent les Bacilles, prouve suffisamment que les Bacilles eux-mêmes en ont réglé la direction nouvelle.

» En attendant la publication de mon Mémoire détaillé, je crois pouvoir maintenir la distinction entre les Bacilles du Pin d'Alep, qui causent une maladie par excès de vitalité, et les Bactéries, qui produisent directement une dégénérescence des tissus. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les phénomènes de contact de la granulite et des gneiss pyroxéniques à wernérite de la Loire-Inférieure.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les gneiss pyroxéniques à wernérite forment, aux environs de Saint-Nazaire (hameau de l'Étang), des couches interstratifiées dans les gneiss granulitiques. Nous en avons découvert de nouveaux gisements sur la côte de Ville-ès-Martin et sur la rive gauche de la Loire, aux environs de Saint-Brévin et de la Grée, route de Saint-Brévin à Corsept.

» Ces roches sont formées par un assemblage grenu de wernérite (dipyre), pyroxène, avec sphène, auxquels viennent parfois s'ajouter l'or-

those, l'oligoclase et le quartz. Ces derniers minéraux, soit ensemble, soit séparément, peuvent remplacer complètement la wernérite : la roche devient alors semblable aux gneiss à pyroxène du Morbihan, connus par les travaux de MM. de Limur, Cross et Barrois.

Le gisement de Ville-ès-Martin mérite une mention spéciale. Sur une épaisseur de 25^m environ, on trouve, entre des gneiss granulitiques et des micaschistes feldspathiques riches en sillimanite, une succession de bancs de calcaires et de gneiss pyroxénique à wernérite, puis de minces lits de micaschistes et de gneiss à pyroxène normaux.

» Ces derniers, fréquemment altérés, se chargent de minéraux secondaires : épidote, zoïsite, amphibole, prehnite, etc. Les cipolins renferment : biotite, oligoclase, quartz, pyroxène, pyrrhotine ; à mesure que l'on se rapproche des bords, la biotite diminue, puis disparaît, tandis que la proportion du pyroxène augmente ; ce dernier est bientôt accompagné de wernérite. La calcite à son tour disparaît progressivement : la roche est devenue un gneiss pyroxénique à wernérite, semblable à ceux qui ont été décrits plus haut.

» Ce fait est important, car il montre à l'évidence que les gneiss à wernérite sont des produits de transformation de calcaires. L'abondance de la calcite dans quelques échantillons des autres gisements faisait prévoir les phénomènes mis en pleine lumière à Ville-ès-Martin.

» De nombreux filons de granulite (pegmatite) percent ces gneiss. A peu de distance de Saint-Brevin, dans les carrières de Roiloup, nous avons observé d'intéressants contacts des deux roches.

» La granulite est formée d'orthose et de quartz en grands cristaux, sans aucun minéral accessoire.

» Au contact, la granulite a profondément modifié le gneiss (modifications exomorphes) et a subi à son tour d'importants changements sur plusieurs décimètres (modifications endomorphes).

» *Modifications exomorphes.* — Le gneiss devient plus nettement cristallin. Au microscope, on voit tous les éléments : sphène, wernérite, pyroxène, oligoclase brisés et noyés dans de grandes plages de feldspath triclinique (oligoclase) : la wernérite est souvent déchiquetée, complètement corrodée, tandis que l'oligoclase ancien forme des grains arrondis.

» *Modifications endomorphes.* — Lorsque l'on se rapproche de la granulite, on voit les dimensions des éléments de la roche augmenter : les fragments anciens diminuent peu à peu ; on arrive ainsi à une véritable granulite à pyroxène, constituée par du pyroxène (malacolite à clivage p distinct),

orthose, oligoclase et quartz, et nombreux cristaux fort nets de sphène rouge brun, offrant la combinaison $p, h^1, d^{\frac{1}{2}} o^2$ des cristaux d'Arendal. »

M. **Bagge** adresse, de Carlscrona (Suède), une série d'équations de latitude de la Lune, comme complément aux Tables de la Lune qu'il avait adressées au mois de juillet 1886.

M. **H. Cornillon** adresse, d'Arles-sur-Rhône, une courbe indiquant les variations dans les nombres des taches solaires qu'il a pu observer, pour chaque mois, depuis le mois d'août 1886 jusqu'au mois de février 1889.

M. **Grandidier** présente le Tome XLIII du *Mémorial de la Section topographique russe* et s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie, de la part de M. le major général Venukoff, le Tome XLIII du *Mémorial de la Section topographique de l'état-major russe,* publié sous la haute direction du général Stebnitsky. Ce Volume, rédigé en langue russe, contient la description détaillée du levé de la Bulgarie, qui a été fait sous les ordres du général Lebedeff pendant les années 1877, 1878 et 1879.

» La grande triangulation, dont l'état-major russe publie aujourd'hui les résultats et qui s'étend jusqu'à Constantinople, fournit non seulement pour la Bulgarie le canevas d'une Carte exacte qui faisait entièrement défaut, mais relie dans le sud les deux réseaux géodésiques russe et autrichien; elle a été, en effet, exécutée avec toute la précision nécessaire pour pouvoir concourir à la détermination de l'un des arcs de parallèle européen.

» Plusieurs Cartes montrent la distribution de ce vaste réseau, qui couvre une surface de pays de plus de 150000 kilomètres carrés; 1274 points ont été déterminés trigonométriquement en position géographique et en altitude, et 52 astronomiquement. Ces derniers ont été choisis parmi ceux fixés géodésiquement tant au nord qu'au sud de la chaîne des Balkans, de sorte qu'il a été possible d'évaluer l'effet produit par ce massif montagneux sur la direction de la verticale. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1889.

(Suite.)

Prince Roland Bonaparte. — *Les premières nouvelles concernant l'éruption du Krakatau en* 1883 *dans les journaux de l'Insulinde. — Les premiers voyages des Néerlandais dans l'Insulinde* (1595-1602). — *Note on the Laps of Finmark. — La Nouvelle-Guinée;* IIIe Notice, *Le fleuve Augusta. — Les récents voyage des Néerlandais à la Nouvelle-Guinée. — Les derniers voyages des Néerlandais à la Nouvelle-Guinée. — La Nouvelle-Guinée;* IVe Notice, *Le golfe Huon* (1884-1888); 7 br. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Le prince Roland Bonaparte en Laponie. Épisodes et Tableaux; par F. Escard. Paris, 1886; br. in-4° (Présenté par M. le baron Larrey.)

Note sur une nouvelle espèce de Laminaire (Laminaria Rodriguezii) *de la Méditerranée; par* M. Ed. Bornet (extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*, Tome XXXV); br. in-8°.

*Note sur l'*Ectocarpus (Pylaiella) fulvescens *Thuret; par* M. Ed. Bornet (extrait de la *Revue générale de Botanique*); br. in-8°.

Sur les moyens d'évaluer et de combattre l'influence de la capillarité dans la densimétrie; par G. Van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1888; br. in-8°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1889,
PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur la fixation de l'azote dans les oxydations lentes.* Note de M. BERTHELOT.

« En poursuivant mes expériences sur la fixation de l'azote par la terre et les végétaux, je me suis demandé si cette fixation ne pourrait pas avoir lieu à froid, pendant le cours de l'oxydation lente de certains principes immédiats, et spécialement de ceux qui donnent naissance à ces oxydes intermédiaires, doués de propriétés mixtes, à la fois oxydants et oxydables, qui fixent l'oxygène libre d'une manière transitoire, pour le transmettre ensuite, et d'une façon presque indéfinie, à d'autres corps susceptibles d'une oxydation définitive. Tels sont l'éther ordinaire, l'essence de térébenthine (1), divers carbures aromatiques (2), l'acide oléique, certains

(1) Voir mon Mémoire : *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII, p. 426 et 445 ; 1860.
(2) Même Recueil, 5e série, t. XII, p. 154 ; 1867.

aldéhydes, etc., tous corps capables d'oxyder l'indigo, de blanchir les matières colorantes, etc.; en un mot, de produire ces effets que Schœnbein, qui les avait découverts, attribuait à l'ozone.

» En fait, si l'on examine un échantillon de vieil éther, conservé dans des flacons incomplètement remplis pendant plusieurs mois ou plusieurs années, il est facile de constater, — le fait est bien connu, — que cet éther possède des propriétés oxydantes, à l'égard de l'iodure de potassium, par exemple. Si on l'agite avec de l'eau, cette eau se charge d'eau oxygénée, reconnaissable ensuite par l'action d'une trace d'acide chromique, qui développe la coloration bleue de l'acide perchromique, isolable lui-même par l'éther. Mais cette eau oxygénée ne préexiste pas dans l'éther anhydre; elle dérive, comme je l'ai prouvé, d'un autre principe, le peroxyde d'éthyle ($2C^8H^{10}O^2 + O^2$), composé que j'ai isolé, après l'avoir préparé par l'action directe et immédiate de l'ozone [1], et dont j'ai étudié les réactions. L'oxygène ordinaire l'engendre également, mais lentement.

» Ce n'est pas le seul produit que l'on puisse dériver de l'éther oxydé sous l'influence de l'air et de la lumière. En effet, si l'on agite un tel éther avec une petite quantité d'eau de chaux, *absolument exempte de nitrates* [2], et si l'on évapore à sec cette eau avec précaution, le résidu, repris par quelques gouttes d'eau et évaporé de nouveau, fournit ensuite avec l'acide sulfurique concentré et mêlé de sulfate ferreux la coloration rosée, caractéristique de l'acide azotique. On obtient aussi la coloration bleue de la diphénylamine; mais celle-ci n'est nullement spécifique, et son emploi est sujet à des erreurs, contre lesquelles les physiologistes ne sont peut-être pas suffisamment prémunis : car le bleu se produit aussi avec un grand nombre de corps oxydants, et même avec l'eau oxygénée quoique faiblement. On l'obtient d'ailleurs avec les eaux de lavage de l'éther oxydé, après l'évaporation au bain-marie, avec une telle intensité, qu'on ne saurait attribuer celle-ci uniquement aux traces d'acide azotique, décelables par le sulfate ferreux; il me paraît probable qu'il existe dans ces eaux un troisième principe oxydant, autre que l'eau oxygénée et l'acide azotique; mais je ne possédais pas de données suffisantes pour m'y attacher davantage.

» J'ai répété ces essais avec de l'éther neuf, bien lavé avec l'eau pure et

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, p. 229; 1882.

[2] On obtient cette eau en lavant un grand nombre de fois par décantation de la chaux éteinte, jusqu'à ce que 200cc d'eau de chaux évaporée à sec, etc., ne fournissent aucune trace de nitrate, sensible à la diphénylamine et au sel ferreux.

l'eau de chaux, puis purifié et rectifié; bref, aussi pur que j'ai pu le préparer. 25^{cc} de cet éther ont été abandonnés dans un flacon d'un litre, avec 25^{cc} d'eau pure, du 17 juillet au 26 octobre 1888. Au bout de ce temps, on a séparé l'eau de l'éther. Cette eau, additionnée d'un peu d'eau de chaux, a été placée dans une capsule, sous une petite cloche, au-dessous de 2^{cc} d'une liqueur titrée d'acide sulfurique ($2^{gr},0 SO^3$ au litre), afin d'y rechercher l'ammoniaque : la proportion en a été trouvée absolument nulle, à $\frac{1}{20}$ de milligramme près. Dans la même eau, on a cherché ensuite l'acide azotique, dont on a trouvé une trace, telle qu'un dixième de milligramme; dose parfaitement sensible, le réactif accusant jusqu'à $\frac{1}{100}$ de milligramme. Enfin on a fait passer les vapeurs de l'éther précédent à travers une colonne de chaux sodée, en plaçant en outre quelques fragments de cette substance dans la petite cornue qui contenait l'éther : on a trouvé $0^{mgr},06$ d'ammoniaque, dose qui répond à peu près aux limites d'erreur ($0^{gr},05$). Une autre expérience semblable, faite avec 25^{cc} du même éther, conservée en présence de l'eau de chaux, au lieu d'eau pure, a fourni les mêmes résultats.

» J'ai encore opéré d'une autre façon : j'ai pris 50^{cc} d'éther pur et j'y ai fait passer bulle à bulle, pendant une semaine, 100 litres d'air, purifié avec le plus grand soin de toute vapeur acide ou alcaline. Au sortir de l'éther, le gaz traversait de l'eau de chaux pure. J'ai obtenu une trace de nitrate.

» Ainsi l'éther, en s'oxydant lentement, détermine l'oxydation d'une trace d'azote. Le phénomène est pareil à l'oxydation lente du phosphore et à l'action de l'effluve électrique sur l'air, lesquelles fournissent à la fois de l'ozone et un peu d'acide nitrique (ou nitreux); circonstance qui avait donné lieu autrefois à une erreur, en faisant supposer que l'ozone pouvait oxyder l'azote en présence des alcalis; or l'ozone exempt de vapeurs nitreuses n'oxyde pas l'azote (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 442; 1877).

» Au contraire, l'oxydation de l'azote a lieu réellement, en même temps que l'oxydation du phosphore qui produit l'ozone, ou que l'oxydation de l'éther, qui produit le peroxyde d'éthyle. Mais les doses d'acide azotique ainsi formé sont extrêmement faibles.

» J'ai cherché également si l'oxydation de l'essence de térébenthine (récemment rectifiée) détermine la fixation de l'azote. Mais, dans ce cas, il ne m'a pas été possible de recourir aux réactions colorantes caractéristiques de l'acide azotique, parce que les produits, solubles dans l'eau de l'oxydation de l'essence développent au contact de l'acide sulfurique concentré une coloration jaune intense, qui masque tout, et il ne s'est pas formé

d'ammoniaque libre. Quant à l'azote combiné, la dose en a été trouvée (par l'action de la chaux sodée au rouge, avec 25gr d'essence), voisine de 0mgr, 2, c'est-à-dire douteuse; l'essence rectifiée récemment en fournissait à peu près autant.

» Mêmes difficultés avec le mésitylène, l'essence d'amandes amères [1] et l'acide oléique; en tout cas, l'acide azotique, s'il se forme dans l'oxydation de ces substances, ne surpasserait pas la dose observée avec l'éther.

» A cette occasion, j'ai encore soumis à un nouvel examen l'oxydation lente du fer, pour vérifier s'il y a fixation de l'azote sous forme d'ammoniaque; opinion tour à tour affirmée et réfutée par divers observateurs. 2gr, 70 de fil de clavecin et 10cc d'eau pure, abandonnés dans un flacon de 2lit hermétiquement clos, de façon à se mettre à l'abri des gaz atmosphériques, du 19 mai au 9 juillet, ont fourni ensuite : $AzH^3 = 0^{mgr}, 16$.

» 4gr, 05 du même fil, abandonnés de même avec 50cc d'eau et 1gr de chlorure de sodium, condition où l'oxydation est plus active, ont fourni : $AzH^3 = 0^{mgr}, 6$.

» Craignant que ces traces ne fussent dues à quelque impureté superficielle, j'ai changé l'eau et versé encore, sur ce qui restait du second échantillon de fer, 50cc d'eau et 1gr de chlorure de sodium. Cette fois j'ai obtenu : $0^{mgr}, 3\,AzH^3$. Ces doses sont trop minimes pour qu'il soit permis d'en conclure qu'il y a formation d'ammoniaque dans l'oxydation du fer humide : le doute est d'autant plus permis que le fer renferme d'ordinaire des traces d'azote combiné. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'hydrogène antimonié.* Note de MM. **Berthelot** et **P. Petit**.

« Les éléments de la famille de l'azote sont caractérisés par la propriété de former des hydrures gazeux, renfermant une fois et demie leur volume d'hydrogène, tels que l'ammoniaque et les phosphure, arséniure, antimoniure d'hydrogène AzH^3; PH^3; AzH^3; SbH^3 : de là leur dénomination d'*éléments triatomiques*. La chaleur de formation de ces combinaisons présente des relations remarquables. Celle de l'ammoniaque, connue autrefois fort inexactement, a été mesurée pour la première fois avec précision par

[1] Celle-ci contient déjà, à l'état normal, quelques dix-millièmes d'azote. De même l'acide oléique.

M. Berthelot, dont M. Thomsen a répété plus tard les déterminations. Celles des hydrogènes phosphoré et arsénié ont été mesurées également au laboratoire du Collège de France par M. Ogier. Restait celle de l'hydrogène antimonié, mesure rendue fort difficile par l'extrême instabilité du composé et par la difficulté de l'amener à un état de transformation défini.

» L'hydrogène antimonié a été préparé au moyen de l'antimoniure de zinc (1 p. Sb + 2 p. Zn en poids) et de l'acide chlorhydrique. Mais le gaz dégagé ne renferme que quelques centièmes d'hydrure, mélangé avec un grand excès d'hydrogène; et il se décompose très vite spontanément, en déposant de l'antimoine. Nous l'avons dirigé, après un simple lavage à l'eau, dans une dissolution formée avec un mélange convenable d'acide chlorhydrique et de bromure de potassium bromuré. Cette liqueur transforme l'hydrogène antimonié en bromure et acide bromhydrique, qui demeurent dissous; on mesure la chaleur dégagée. La réaction se complique cependant, en raison de la formation de fumées qui entraînent une quantité sensible de bromure antimonieux, condensable en nature sur les parois des vases, et qu'il est nécessaire de récolter et de faire entrer en compte. On dose l'antimoine absorbé dans la liqueur et entraîné dans ces fumées; ainsi que le brome entraîné simultanément (sous forme d'acide bromhydrique). On a vérifié aussi que, pour chaque équivalent d'antimoine demeuré dissous dans la liqueur, il y avait 8 équivalents de brome libre disparus, conformément à l'équation

$$SbH^3 + 8Br = SbBr^5 + 3HBr.$$

» Dans l'état final, le perbromure d'antimoine demeure dissous dans un certain mélange de bromure de potassium bromuré et d'acide chlorhydrique. On réalise un état final identique, en prenant du bromure antimonieux pur, $SbBr^3$, corps dont on connaît la chaleur de formation, et en le dissolvant dans le même mélange d'acide chlorhydrique et de bromure de potassium bromuré, employé en grand excès.

» Cette opération, qui équivaut à la formation du perbromure d'antimoine dissous dans le mélange précédent, a dégagé $+27^{Cal},5$.

» Elle a été trouvée d'ailleurs la somme des deux quantités suivantes :

	Cal
$SbBr^3$ solide et dissous dans une liqueur formée par $HCl + 13H^2O^2$	+ 4,8
Réaction de n Br dissous dans KBr	+ 22,7
	+ 27,5

ce qui donne une vérification, dans les limites des approximations expérimentales d'ailleurs; car il y a un petit écart en théorie.

» Six déterminations de la chaleur de formation de l'hydrogène antimonié ont été faites par cette méthode. La moyenne générale :

$$Sb + H^3 = SbH^3 \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -84^{Cal},8.$$

» Mais deux de ces déterminations, les deux extrêmes d'ailleurs, nous paraissent moins sûres que les autres, les fumées de bromure antimonieux n'ayant pas été dosées. Les quatre autres ont fourni en fait

$$-85^{Cal},1; \quad -86^{Cal},3; \quad -82^{Cal},4; \quad -84^{Cal},3;$$

ce qui donne la moyenne plus exacte $-84^{Cal},5$.

» Il résulte de ce chiffre que la formation de l'hydrogène antimonié est fortement endothermique; plus même que celle de l'hydrogène arsénié ($-36^{Cal},7$). Cette circonstance pouvait être prévue, en raison de l'extrême instabilité du composé. Cependant ce chiffre ne dépasse guère la chaleur absorbée dans la formation d'une molécule de cyanogène ($-74^{Cal},5$), ou d'acétylène ($-61^{Cal},0$), qui sont plus stables.

» L'origine de l'énergie ainsi accumulée dans l'hydrogène antimonié est tirée de la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'antimoniure de zinc, réaction accompagnée en fait par un dégagement de chaleur. C'est à la formation du chlorure de zinc, aux dépens de l'antimoniure de zinc et de l'acide chlorhydrique, que ce dégagement de chaleur, aussi bien que l'énergie emmagasinée dans la combinaison endothermique, est nécessairement due. Or cette énergie exige le concours d'au moins $5^{éq}$ de zinc, dont la dissolution dans l'acide chlorhydrique dégage environ $+85^{Cal},5$, avec l'acide étendu, et plus avec l'acide concentré; chiffre qui paraît approximativement applicable à l'alliage, en observant que l'union de l'antimoine au zinc ne donne pas lieu à des effets thermiques bien manifestes; et que la densité de l'alliage, d'après Gellert et Cooke, est inférieure à la moyenne des composants : absence de condensation qui répond d'ordinaire à une faible chaleur de combinaison. L'alliage $SbZn^3$ ne pourrait fournir que 52^{Cal} environ. Ce serait donc l'alliage $SbZn^5$, formé de 2 parties d'antimoine et de 3 parties de zinc (sinon un alliage plus riche en zinc) qui engendrerait l'hydrogène antimonié

$$SbZn^5 + 5HCl = 5ZnCl + SbH^3 + H^2.$$

» Au contraire, l'alliage $SbZn^3$, d'après Cooke [1], ne forme que de l'hydrogène pur, en décomposant l'eau bouillante; ce qui s'explique, si l'on remarque que l'énergie nécessaire à la formation de l'hydrogène antimonié n'est pas ici présente. En effet, la réaction

$$SbZn^3 + 3HO = Sb + 3ZnO + H^3$$

dégagerait environ 21^{Cal}, d'après les remarques précédentes. On s'explique par là la diversité des résultats obtenus avec les alliages d'antimoine dans la préparation de l'hydrogène antimonié. Dans la réaction bien connue du zinc sur le chlorure d'antimoine dissous dans l'acide chlorhydrique, réaction qui donne lieu, comme on sait, à de l'hydrogène antimonié, on doit également attaquer au moins $5^{éq}$ de zinc, pour que la formation de l'hydrogène antimonié soit possible, car

$SbCl^3$ diss. dans HCl conc. $+ 3Zn = Sb + 3ZnCl$ diss. $+ 3H$, dégag. $+74^{Cal}$ environ

tandis que

$SbCl^3$ diss. $+ 2HCl$ diss. $+ 5Zn + Sb + 5ZnCl$ diss. $+ 5H$ dég. à peu près. $+108^{Cal}$.

» Les circonstances toutes spéciales qui président à la formation de l'hydrogène antimonié, circonstances attribuées autrefois à cette condition vague que l'on appelait l'*état naissant*, s'expliquent donc d'une façon très claire par les théories thermochimiques; ainsi que l'un de nous l'a établi d'ailleurs depuis 1865 pour les faits du même ordre, en remplaçant par des notions précises les idées confuses que l'on se faisait autrefois sur l'état naissant et les affinités prédisposantes.

» Comparons encore les chaleurs de formation des quatre hydrures triatomiques pris sous forme gazeuse, ainsi que le poids atomique des éléments unis à l'hydrogène :

	Cal	Poids atomiques.
$Az + H^3 = AzH^3$ dégage	$+12,2$	14
$P + H^3 = PH^3$ dégage	$+11,6$	31
$Az + H^3 = AzH^3$ absorbe	$-36,7$	75
$Sb + H^3 = SbH^3$ absorbe	$-84,5$	122

» Ainsi, pour les trois derniers corps, les quantités de chaleur mises en jeu vont en décroissant, à mesure que le poids atomique de l'élément uni

---

[1] *Jahr.* de *Liebig*, pour 1854; p. 359.

à l'hydrogène augmente. Il y a plus : la différence entre les poids atomiques du phosphore et de l'arsenic (44) ne s'écarte guère de la différence relative à l'arsenic et à l'antimoine (47), et le décroissement des chaleurs de formations des hydrures correspondants, soit — 48,3 et — 47,8, suit à peu près la même progression. Les molécules formées par les éléments dont la masse chimique est la plus forte, dans une même série, sont à la fois les moins stables, et celles dont l'association a exigé le travail complémentaire le plus considérable. Ce sont là des relations communes aux diverses familles des combinaisons hydrogénées et métalliques : chlore, brome, iode; oxygène, soufre, sélénium, tellure; ainsi que l'un de nous l'a montré, il y a déjà quelque temps [1]. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les tentatives d'explication mécanique des principes de la Thermodynamique.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Parmi les tentatives qui ont été faites pour rattacher aux théorèmes généraux de la Mécanique les principes fondamentaux de la Thermodynamique, la plus intéressante est, sans contredit, celle que M. Helmholtz a développée dans son Mémoire sur la statique des systèmes monocycliques (*Journal de Crelle,* t. 97) et dans son Mémoire sur le principe de la moindre action (*Journal de Crelle,* t. 100). L'explication proposée dans ces deux Mémoires me paraît satisfaisante en ce qui concerne les phénomènes réversibles.

» Les phénomènes irréversibles se prêtent-ils de la même manière à une explication purement mécanique; peut-on, par exemple, en se représentant le monde comme formé d'atomes, et ces atomes comme soumis à des attractions dépendant des seules distances, expliquer pourquoi la chaleur ne peut jamais passer d'un corps froid sur un corps chaud? Je ne le crois pas, et je vais expliquer pourquoi la théorie de l'illustre physicien ne me semble pas s'appliquer à ce genre de phénomènes.

» Soit un système dont la situation est définie par un certain nombre de paramètres p_a et soit H le potentiel cinétique du système. Il vient

$$(1)\qquad q_a = \frac{dp_a}{dt}, \qquad s_a = -\frac{dH}{dq_a}, \qquad \frac{ds_a}{dt} + \frac{dH}{dp_a} = -P_a.$$

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 386; 1880.

» Si l'on pose ensuite

$$E = H + \Sigma s_a q_a,$$

E est l'énergie, et il vient, en regardant E comme une fonction des s_a et des p_a,

$$\frac{dp_a}{dt} = \frac{dE}{ds_a}, \qquad \frac{ds_a}{dt} = -\frac{dE}{dp_a} - P_a, \tag{2}$$

les P_a représentant les termes dus aux forces extérieures (*Journal de Crelle*, t. 100, p. 221).

» Pour que des phénomènes irréversibles soient possibles, il faut et il suffit que H contienne non seulement des puissances paires des q_a, mais encore des puissances impaires de ces quantités. Si les puissances paires y entraient seules, les équations différentielles (1) et (2) ne changeraient pas quand on y changerait t en $-t$, q_a en $-q_a$, s_a en $-s_a$; elles seraient donc réversibles.

» Comment les puissances impaires des q_a pourront-elles s'introduire dans l'expression du potentiel cinétique? Helmholtz montre (*Journal de Crelle*, t. 100, p. 147) que cela peut arriver s'il y a des *mouvements cachés;* c'est ainsi, pour ne citer qu'un cas simple, que les équations du mouvement d'un système quelconque rapporté à des axes mobiles ne sont plus réversibles à cause des termes dus à la force de Coriolis.

» Avons-nous pour cela une explication satisfaisante des lois thermodynamiques des phénomènes irréversibles? Nullement; et, en effet, ce qu'il s'agit d'expliquer, c'est, avant tout, l'augmentation continuelle de l'entropie.

» Envisageons un système soustrait à toute action extérieure; les P_a seront nuls et les équations (2) se réduiront à

$$\frac{dp_a}{dt} = \frac{dE}{ds_a}, \qquad \frac{ds_a}{dt} = -\frac{dE}{dp_a}. \tag{3}$$

» De plus, il existera une certaine fonction S des s_a et des p_a qui ira constamment en augmentant et qu'on appellera *entropie*.

» On devra donc avoir constamment l'inégalité

$$\frac{dS}{dt} = \sum\left(\frac{dS}{dp_a}\frac{dE}{ds_a} - \frac{dS}{ds_a}\frac{dE}{dp_a}\right) > 0. \tag{4}$$

» Cette inégalité est-elle possible?

» Nous pouvons toujours supposer que le système, tout en restant sous-

trait à toute action extérieure, est soumis à des liaisons telles que l'entropie soit susceptible d'un maximum.

» Il ne serait pas difficile de trouver des exemples de pareils systèmes.

» Alors le maximum de l'entropie correspond à un état d'équilibre stable.

» Soient s_a^0 et p_a^0 les valeurs de s_a et de p_a qui correspondent à ce maximum. Nous pouvons toujours supposer que pour ces valeurs S et E s'annulent, puisque S et E ne sont définis qu'à une constante près.

» Pour ces valeurs, les dérivées du premier ordre de S s'annulent, puisque S doit atteindre son maximum. Les dérivées de E s'annulent également, puisque ce maximum est une position d'équilibre et que $\frac{ds_a}{dt}$ et $\frac{dp_a}{dt}$ doivent s'annuler.

» Si donc nous développons S et E suivant les puissances croissantes des $s_a - s_a^0$ et des $p_a - p_a^0$, les premiers termes qui ne s'annuleront pas seront ceux du deuxième degré. Si, de plus, on considère les valeurs de s_a et de p_a assez voisines de s_a^0 et de p_a^0 pour que les termes du troisième degré soient négligeables, S et E se réduiront à deux formes quadratiques en $s_a - s_a^0$ et $p_a - p_a^0$.

» La forme S sera définie négative; elle doit, en effet, atteindre son maximum o pour

$$s_a = s_a^0, \qquad p_a = p_a^0.$$

» La forme E pourra être définie ou indéfinie.

» L'expression

$$\sum \left(\frac{dS}{dp_a} \frac{dE}{ds_a} - \frac{dS}{ds_a} \frac{dE}{dp_a} \right)$$

sera encore une forme quadratique par rapport aux $s_a - s_a^0$ et aux $p_a - p_a^0$.

» Pour que l'inégalité (4) soit satisfaite, il faudrait que cette forme fût définie et positive; or il est aisé de s'assurer que cela est impossible si l'une des deux formes S et E est définie, ce qui a lieu ici.

» Nous devons donc conclure que les deux principes de l'augmentation de l'entropie et de la moindre action (entendu au sens hamiltonien) sont inconciliables. Si donc M. von Helmholtz a montré, avec une admirable clarté, que les lois des phénomènes réversibles découlent des équations ordinaires de la Dynamique, il semble probable qu'il faudra chercher ailleurs l'explication des phénomènes irréversibles et renoncer pour cela

aux hypothèses familières de la Mécanique rationnelle d'où l'on a tiré les équations de Lagrange et de Hamilton. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences et considérations sur le mode d'emploi des phénomènes de la succion de l'eau à contre-courant, agissant sur des régulateurs*. Note de M. **Anatole de Caligny**.

« Deux Chapitres du premier volume de mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes* ont pour objet diverses expériences sur la succion de l'eau *à contre-courant*. Une partie des phénomènes dont il s'agit résultant de la disposition d'un des appareils que j'ai inventés, leurs effets se trouvent réunis à ceux d'une *pression alternative du poids de l'eau*, provenant de ce que le diamètre de la partie inférieure d'un tube oscillant est moindre que celui du reste de ce tube.

» On m'a demandé si j'avais fait des expériences de ce genre en employant un tube oscillant de même diamètre partout, reposant alternativement aussi sur un tuyau de conduite fixe. Cela a rappelé mon attention sur une expérience, objet principal de cette Note. Sans être indispensable, elle permet de simplifier l'exposition des phénomènes et leur degré d'utilité; il s'agit, d'ailleurs, d'une disposition nouvelle dont il est intéressant de conserver la trace.

» Un ouvrier, qui ne m'avait pas bien compris, ayant donné le même diamètre partout à ce tube vertical mobile, l'eau ne se versa plus au sommet et il se présenta un effet assez intéressant de trépidation, qui pourrait d'ailleurs être considéré comme un moyen de produire des coups de pilon ou de marteau.

» Il n'est pas nécessaire de recourir à des effets d'élasticité pour l'expliquer. Le tube mobile est alternativement soulevé par un balancier à contrepoids. Les phénomènes de succion à contre-courant le font redescendre sur son siége, mais alors le contrepoids, redevenu prépondérant, le relève, et le jeu continue indéfiniment.

» Il est intéressant de se rendre compte de la manière dont ce genre d'effets peut être modifié. Cela dépend de l'intensité de la force de succion, car on peut réunir ou employer séparément plusieurs phénomènes. On conçoit que, si la succion est assez forte, l'eau n'a pas le temps de s'élever

dans le tube vertical mobile, de manière qu'il y en ait beaucoup à évacuer quand il se lève.

» A cette époque, cette quantité d'eau a le temps de descendre au bief d'aval, à cause des lois de l'inertie, parce que la colonne liquide contenue dans le tuyau de conduite est assez longue. Si la colonne d'eau, sortie ainsi à chaque période, est d'une assez petite longueur par rapport à la chute motrice, on conçoit que sa descente pourrait ne pas empêcher la pression motrice de conserver assez de force pour augmenter la vitesse de la longue colonne liquide. Il y a donc une raison pour que celle-ci, à une période suivante, pouvant augmenter de vitesse, donne lieu à une force de succion encore plus grande.

» Aussi il est arrivé, même avec un appareil où ce tube était rétréci à sa partie inférieure, que, la force de succion ayant été augmentée à dessein, parce que l'on voulait faire une étude, on a obtenu un mouvement de trépidation tellement fort qu'on a arrêté l'expérience dans la crainte de briser l'appareil.

» Mais il a suffi, en conservant cette disposition, de relever convenablement l'arrêt fixe supérieur du tube mobile pour retrouver une marche régulière et faire verser alternativement de l'eau au sommet du tube mobile.

» Il est intéressant d'examiner si, quand on ne veut pas élever d'eau, on peut se servir ainsi du même appareil pour donner des coups de pilon ou de marteau, en employant convenablement le travail de l'eau motrice.

» C'est ici le lieu de remarquer que j'ai proposé d'employer les phénomènes de succion à contre-courant, spécialement comme un moyen simple de faire fonctionner les tubes mobiles, ou les soupapes annulaires dont les sections transversales ne sont jamais bouchées, ce qui permet de modifier d'une manière intéressante une partie importante de l'Hydraulique. Mais je ne les ai pas proposés comme un moyen d'employer *principalement* la force vive.

» Ils ne servent qu'à faire fonctionner des tubes ou soupapes annulaires, dont la force vive est en général sans importance par rapport à celles des grandes colonnes liquides que j'ai trouvé moyen d'utiliser, *en supprimant des coups de bélier*.

» Ainsi, quoiqu'on ne connaisse pas en général les applications auxquelles peuvent ultérieurement conduire des appareils entièrement nouveaux, je ne présente cette Note que pour répondre à une demande utile d'éclaircissements adressée par un savant ingénieur.

» Une partie notable de la vitesse de la veine annulaire liquide de sortie pouvant exister encore lorsque l'eau abandonne tout à fait l'appareil, la force vive de la petite quantité de liquide contenue, pendant que le tube mobile se baisse, dans l'espèce d'ajutage annulaire alors variable par lequel elle s'échappe, ne doit pas être utilisée avec autant d'avantage que celle de la colonne liquide contenue dans le tuyau de conduite quand on emploie celle-ci soit à élever de l'eau, soit à faire fonctionner un flotteur, etc. On conçoit que, le tuyau de conduite étant assez long, une fraction de sa colonne liquide, bien autrement grande que la veine annulaire précitée, peut en sortir au bief d'aval sans qu'il en résulte un déchet relativement considérable.

» On voit, d'après cela, combien est essentielle la différence du mode d'action de cette longue colonne avec celui de la veine annulaire précitée. Il ne doit pas être avantageux d'employer celle-ci comme moteur en général pour produire des mouvements de corps solides, quand il ne s'agit pas seulement de simplifier le jeu d'un régulateur.

» Quant aux moyens de se servir du mouvement des grandes colonnes liquides, en évitant des coups de bélier, ils reposent sur ce que, les sections transversales n'étant jamais bouchées, ce n'est pas un corps solide qui reçoit immédiatement une percussion. Il faut cependant tenir compte de ce que, dans un temps très court, il est nécessaire de communiquer de la vitesse à la colonne liquide, généralement petite, contenue dans le tube vertical. Celle-ci doit avoir autant de vitesses que celles de l'eau contenue dans le tuyau de conduite, quand le tube mobile ou la soupape annulaire intercepte la communication avec l'extérieur.

» On conçoit donc qu'il peut en résulter une percussion plus ou moins analogue à un coup de bélier. Mais la liberté laissée à l'eau de monter ainsi dans le tube vertical, c'est-à-dire en ne trouvant que de l'eau au-dessus d'elle, est ce qui change l'état de la question. On peut même apprécier les pressions latérales qui en résultent. Dans mon Ouvrage précité, seconde Partie, page 722, j'ai rappelé que M. le général Poncelet avait exposé des principes qui peuvent servir de base à ce genre de calculs; j'ai rappelé aussi l'un des moyens que j'ai employés moi-même pour me rendre compte de ce genre de pressions occasionnées par le mode d'action de l'eau en mouvement. D'ailleurs, l'expérience a montré que des tuyaux peu résistants n'étaient pas endommagés par ces percussions.

» Il est bien entendu que ces considérations ont spécialement pour

objet des appareils où il n'y a point de réservoir d'air comprimé d'avance par lequel les conditions pourraient être changées ([1]). »

M. le général **Menabrea**, présent à la séance précédente, s'associe à l'éloge fait de M. *Genocchi* par M. Hermite, qu'il remercie de l'hommage rendu à la mémoire de cet éminent géomètre.

Malgré quelques divergences d'opinions scientifiques, il n'a jamais cessé de professer la plus haute estime pour M. Genocchi, tant à cause de ses vastes connaissances que de la dignité de son caractère.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1889.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix L. La Caze (Chimie). — MM. Berthelot, Schlœsing et Peligot réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duclaux et Cailletet.

Prix Delesse. — MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Hébert et Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Damour et Cornu.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Verneuil, Chatin, Brown-Séquard et Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Richet et Larrey.

Prix Desmazières. — MM. Duchartre, Van Tieghem, Chatin, Bornet et Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Duclaux.

([1]) Je renvoie à ma Note du 7 janvier dernier, à laquelle celle-ci est en quelque sorte une addition, et où, page 32, ligne 21, au lieu de *les* il faut lire *des*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ernest Fournier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Cyclones et typhons; prévisions certaines sur la marche, la force et la durée de l'ouragan ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, de Jonquières.)

M. **Dyonnet** adresse une Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines expressions quadruplement périodiques dépendant de deux variables*. Note de M. **E. Picard**, présenté par M. Hermite.

« Je voudrais indiquer, dans cette Note, certaines séries dépendant de deux variables complexes indépendantes, et possédant par rapport à celles-ci quatre couples de périodes conjuguées.

» 1. Avant d'arriver au cas de deux variables, je considère la série suivante dépendant de la seule variable x

$$\sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} \frac{e^{x+m\omega}}{(a+e^{x+m\omega})(b+e^{x+m\omega})},$$

a et b étant deux constantes différentes de zéro, et ω également une constante dont la partie réelle n'est pas nulle. Cette série représente une fonction doublement périodique de x avec les deux périodes ω et $2\pi i$. Prenons particulièrement le cas où $a = b = 1$, et où ω est réel; nous aurons la série

$$f(x) = \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} \frac{e^{x+m\omega}}{(1+e^{x+m\omega})^2}.$$

Le développement en série trigonométrique de l'expression précédente se fait très aisément. Si l'on pose

$$f(x) = \sum A_p \cos \frac{2p\pi x}{\omega},$$

le coefficient A_p est donné par l'intégrale définie

$$A_p = \frac{2}{\omega} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^x}{(1+e^x)^2} \cos \frac{2p\pi x}{\omega} dx,$$

qui se calcule facilement, et dont la valeur est égale à

$$\frac{8\pi^2}{\omega^2} \frac{p}{e^{\frac{2p\pi^2}{\omega}} - e^{-\frac{2p\pi^2}{\omega}}}.$$

» 2. Peut-on, avec deux variables complexes x et y, former une série analogue à $f(x)$? Voici, pour répondre à cette question, l'expression suivante, qui me paraît présenter quelque intérêt,

$$(1) \qquad \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \frac{e^{\alpha(x+m\omega)+\beta(y+n\omega')}}{[1+e^{\alpha(x+m\omega)+\beta(y+n\omega')}]^2} \frac{e^{\alpha'(x+m\omega)+\beta'(y+n\omega')}}{[1+e^{\alpha'(x+m\omega)+\beta'(y+n\omega')}]^2},$$

où nous supposons ω, ω', α, α', β et β' réels, et $\alpha\beta' - \alpha'\beta \neq 0$.

» Cette expression est quadruplement périodique; on a, pour x et y, le tableau suivant de périodes simultanées

$$\begin{array}{c|cccc} x & \omega & 0 & Gi & Hi, \\ y & 0 & \omega' & G'i & H'i; \end{array}$$

les G et H sont définies par les équations

$$\left.\begin{array}{l} \alpha G + \beta G' = 2\pi \\ \alpha' G + \beta' G' = 0 \end{array}\right\} \quad \text{et} \quad \left\{\begin{array}{l} \alpha H + \beta H' = 0, \\ \alpha' H + \beta' H' = 2\pi. \end{array}\right.$$

» Il en résulte que les six quantités réelles ω, ω', G, G', H, H' peuvent être prises arbitrairement. Ceci montre que l'expression (1) ne peut être une fonction analytique de x et y, se comportant pour tout système de valeurs finies de x et y comme une fonction rationnelle. Il y a, en effet, pour la série (1), *des surfaces de singularités essentielles*, correspondant d'une part à

$$\alpha x'' + \beta y'' = (2h+1)\pi,$$

et d'autre part à

$$\alpha' x'' + \beta' y'' = (2k+1)\pi;$$

on a posé $x = x' + ix''$, $y = y' + iy''$; h et k sont des entiers quelconques.

» Ces singularités essentielles empêchent le prolongement analytique de l'expression; aussi ai-je employé ce terme d'*expression* et non pas de *fonction* quadruplement périodique.

» La série précédente se développera, non moins facilement que dans le cas d'une seule variable, en série trigonométrique de la forme

$$\sum\sum \mathrm{A}_{p,q} \cos\frac{2p\pi x}{\omega} \cos\frac{2q\pi y}{\omega'} + \mathrm{B}_{p,q} \sin\frac{2p\pi x}{\omega} \sin\frac{2q\pi y}{\omega'}.$$

» Indiquons seulement ici la valeur du coefficient $\mathrm{A}_{p,q}$. Il est d'abord donné par l'intégrale

$$\mathrm{A}_{p,q} = \frac{4}{\omega\omega'} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{\alpha x+\beta y}}{(1+e^{\alpha x+\beta y})^2} \frac{e^{\alpha' x+\beta' y}}{(1+e^{\alpha' x+\beta' y})^2} \cos\frac{2p\pi x}{\omega} \cos\frac{2q\pi y}{\omega'}\, dx\, dy.$$

» Si l'on pose maintenant

$$a = \frac{2\pi^2}{\alpha\beta' - \alpha'\beta}\left(\frac{p\beta'}{\omega} - \frac{q\alpha'}{\omega'}\right), \qquad b = \frac{2\pi^2}{\alpha\beta' - \alpha'\beta}\left(-\frac{p\beta}{\omega} + \frac{q\alpha}{\omega'}\right),$$

$$a' = \frac{2\pi^2}{\alpha\beta' - \alpha'\beta}\left(\frac{p\beta'}{\omega} + \frac{q\alpha'}{\omega'}\right), \qquad b' = \frac{2\pi^2}{\alpha\beta' - \alpha'\beta}\left(-\frac{p\beta}{\omega} - \frac{q\alpha}{\omega'}\right),$$

on trouve la valeur très simple

$$\mathrm{A}_{p,q} = \frac{8}{\omega\omega'(\alpha\beta' - \alpha'\beta)}\left(\frac{a}{e^a - e^{-a}} \frac{b}{e^b - e^{-b}} + \frac{a'}{e^{a'} - e^{-a'}} \frac{b'}{e^{b'} - e^{-b'}}\right).$$

» Nous obtenons donc ainsi des séries trigonométriques dépendant de deux variables complexes, et présentant une grande analogie avec les séries trigonométriques d'une variable que l'on rencontre dans la théorie des fonctions elliptiques. J'ai quelques raisons de penser que les fonctions précédentes pourront intervenir utilement dans l'étude de certaines classes d'équations différentielles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement d'un point matériel sur une sphère*. Note de M. **Gustave Kobb**, présentée par M. Hermite.

« Dans son Ouvrage *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*, M. Hermite a ramené l'intégration des équations de mouvement du pen-

dule conique à l'intégration d'une équation différentielle de Lamé. Il existe une autre espèce de mouvement d'un point matériel sur une sphère qui conduit aussi à une application de l'équation de Lamé, que je vais établir.

» En adoptant les notations de M. Hermite, je pars de ces équations du mouvement

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2x}{dt^2} + Nx = \dfrac{\partial U}{\partial x}, & U = Ax^2 + B(y^2+z^2), \\ \dfrac{d^2y}{dt^2} + Ny = \dfrac{\partial U}{\partial y}, & \\ \dfrac{d^2z}{dt^2} + Nz = \dfrac{\partial U}{\partial z}, & x^2+y^2+z^2 = 1. \end{cases}$$

» Elles donnent d'abord, en désignant par H et c des constantes,

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = 2(U+H),$$

$$y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt} = c,$$

d'où l'on déduit aisément

$$(2)\qquad \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = (1-x^2)(2U+2H) - c^2.$$

» Cette relation détermine la variable x.

» Par un procédé analogue à celui de M. Hermite, on trouve

$$\frac{d^2}{dt^2}(y+zi) = -(N-2B)(y+zi),$$

et aussi

$$N = x\frac{\partial U}{\partial x} + y\frac{\partial U}{\partial y} + z\frac{\partial U}{\partial z} - \left(x\frac{d^2x}{dt^2} + y\frac{d^2y}{dt^2} + z\frac{d^2z}{dt^2}\right);$$

mais on a

$$x\frac{d^2x}{dt^2} + y\frac{d^2y}{dt^2} + z\frac{d^2z}{dt^2} = -\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 - \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 - \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = -2(U+H)$$

et, par conséquent,

$$N = 4U + 2H = 4(A-B)x^2 + 2H + 4B,$$

ce qui donne

$$(3)\qquad \frac{d^2}{dt^2}(y+zi) = -[4(A-B)x^2 + 2(B+H)](y+zi).$$

» On est ainsi amené à l'équation de Lamé, dans le cas de $n = 1$, comme nous allons le voir.

» Formons l'expression de x, et posons à cet effet

$$2(1 - x^2)[(A - H)x^2 + B + H] - c^2 = \gamma(1 - \alpha x^2)(1 - \beta x^2),$$

on a les relations suivantes

$$\gamma = 2(B + H) - c^2, \qquad \gamma\alpha\beta = -2(A - B),$$
$$\gamma(\alpha + \beta) = 2(B + H) - 2(A - B);$$

d'où résulte

$$2(B + H) = \gamma(\alpha + \beta - \alpha\beta).$$

» On trouve aisément que les racines α et β sont réelles. Posons encore

$$x' = x\sqrt{\alpha}, \qquad u = t\sqrt{\alpha\gamma},$$

l'équation devient

$$\left(\frac{dx'}{du}\right)^2 = (1 - x'^2)\left(1 - \frac{\beta}{\alpha}x'^2\right)$$

ou

$$x' = \operatorname{sn} u, \qquad k^2 = \frac{\beta}{\alpha},$$

et l'équation (3) prend la forme

$$\frac{d^2}{du^2}(y + zi) = (2k^2 \operatorname{sn}^2 u - 1 - k^2 + \beta)(y + zi),$$

qui est l'équation de Lamé dans le cas le plus simple, où l'on a $n = 1$. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'equilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle.* Note de M. **Ribière**, présentée par M. Sarrau.

« Soit une voûte en arc de cercle d'ouverture $2\varphi_1$, de rayons r_0 et r_1, formée par un corps isotrope et que je suppose, pour réduire le problème à deux dimensions, d'une longueur indéfinie dans le sens perpendiculaire à la section droite.

» J'emploie des coordonnées cylindriques r et φ rapportées au centre de la voûte et au rayon vertical. Je désigne, en un point quelconque, par U et V les déplacements dans le sens du rayon et le sens perpendiculaire, par R et Φ les efforts normaux sur les éléments perpendiculaires à ces deux directions et par T l'effort tangentiel.

» On satisfait aux équations générales de l'élasticité en prenant

$$(1)\quad U=\sum\left[-a\frac{m-2\varepsilon}{4(m+1)\varepsilon}r^{m+1}-b\frac{m+2\varepsilon}{4(m-1)\varepsilon}\frac{1}{r^{m-1}}+\frac{c}{2m}r^{m-1}+\frac{d}{2m}\frac{1}{r^{m+1}}\right]\cos m\varphi,$$

$$(2)\quad V=\sum\left[a\frac{m+2(1+\varepsilon)}{4(m+1)\varepsilon}r^{m+1}-b\frac{m-2(1+\varepsilon)}{4(m-1)\varepsilon}\frac{1}{r^{m-1}}-\frac{c}{2m}r^{m-1}+\frac{d}{2m}\frac{1}{r^{m+1}}\right]\sin m\varphi,$$

a, b, c, d étant des constantes, m quelconque et ε égal à $\frac{\mu}{\lambda+\mu}$. A ces expressions de U et V correspondent pour R, Φ et T les valeurs

$$(3)\quad R=\mu\sum\left[-a\frac{m-2}{2\varepsilon}r^{m}+b\frac{m+2}{2\varepsilon}\frac{1}{r^{m}}+c\frac{m-1}{m}r^{m-2}-d\frac{m+1}{m}\frac{1}{r^{m+2}}\right]\cos m\varphi,$$

$$(4)\quad \Phi=\mu\sum\left[a\frac{m+2}{2\varepsilon}r^{m}-b\frac{m-2}{2\varepsilon}\frac{1}{r^{m}}-c\frac{m-1}{m}r^{m-2}+d\frac{m+1}{m}\frac{1}{r^{m+2}}\right]\cos m\varphi,$$

$$(5)\quad T=\mu\sum\left[a\frac{m}{2\varepsilon}r^{m}+b\frac{m}{2\varepsilon}\frac{1}{r^{m}}-c\frac{m-1}{m}r^{m-2}-d\frac{m+1}{m}\frac{1}{r^{m+2}}\right]\sin m\varphi.$$

» Si l'on veut avoir aux naissances $V=0$ et $T=0$, il faut donner à m les valeurs $m=\frac{i\pi}{\varphi_1}$, i étant successivement égal aux nombres entiers 1, 2, 3, ...

» Sur la surface d'intrados, qui n'est soumise à aucune force extérieure, c'est-à-dire pour $r=r_0$, on doit avoir $R=0$, $T=0$. Pour cela il suffit de prendre, dans chaque terme,

$$c=a\frac{m}{2\varepsilon}r_0^2-b\frac{m}{2(m-1)\varepsilon}\frac{1}{r_0^{2(m-1)}},$$

$$d=a\frac{m}{2(m+1)\varepsilon}r_0^{2(m+1)}+b\frac{m}{2\varepsilon}r_0^2.$$

» On peut choisir a et b, qui restent indéterminés, de façon que les valeurs de R et T soient identiques, pour $r=r_1$, à deux séries de Fourier représentant le mode de répartition qu'on se donne pour les forces extérieures agissant sur l'extrados.

» Examinons le cas suivant : la voûte supporte, de $-\frac{\varphi_1}{s}$ à $+\frac{\varphi_1}{s}$, le poids d'une masse homogène limitée inférieurement à l'extrados et supérieurement à un plan horizontal dépassant le sommet de l'extrados d'une hauteur h. Le reste de la voûte est libre. Dans la partie chargée, chaque élément de l'extrados supporte exactement le poids de la masse contenue dans un cylindre vertical ayant pour base cet élément.

» Pour $r = r_1$ on doit avoir :

» 1° De $-\varphi_1$ à $-\frac{\varphi_1}{s}$,

$$R = 0, \quad T = 0;$$

» 2° De $-\frac{\varphi_1}{s}$ à $+\frac{\varphi_1}{s}$,

$$R = P\left[-\frac{r_1}{2} + (h + r_1)\cos\varphi - \frac{r_1}{2}\cos 2\varphi\right],$$

$$R = P\left[(h + r_1)\sin\varphi - \frac{r_1}{2}\sin 2\varphi\right];$$

» 3° De $+\frac{\varphi_1}{s}$ à $+\varphi_1$,

$$R = 0, \quad T = 0.$$

» Pour cela il faut, en posant $D = -2m^2\left(1 - \frac{r_0^2}{r_1^2}\right)^2 + 2\left(\frac{r_1^{m-1}}{r_0^{m-1}} - \frac{r_0^{m+1}}{r_1^{m+1}}\right)^2$ prendre

$$\begin{aligned} a = \frac{2\varepsilon P}{\mu D\varphi_1}\Bigg[&\left(\frac{r_1}{m}\sin\frac{m\varphi_1}{s} - \frac{2(h+r_1)}{m-1}\sin\frac{(m-1)\varphi_1}{s} + \frac{r_1}{m-2}\sin\frac{(m-2)\varphi_1}{s}\right)\left(1 - \frac{r_1^{2(m-1)}}{r_0^{2(m-1)}}\right) \\ &+ \left(\frac{r_1}{m}\sin\frac{m\varphi_1}{s} - \frac{2(h+r_1)}{m+1}\sin\frac{(m+1)\varphi_1}{s} + \frac{r_1}{m+2}\sin\frac{(m+2)\varphi_1}{s}\right)(m+1)\left(\frac{r_0^2}{r_1^2} - 1\right)\Bigg], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b = \frac{2\varepsilon P}{\mu D\varphi_1}\Bigg[&\left(\frac{r_1}{m}\sin\frac{m\varphi_1}{s} - \frac{2(h+r_1)}{m-1}\sin\frac{(m-1)\varphi_1}{s} + \frac{r_1}{m-2}\sin\frac{(m-2)\varphi_1}{s}\right)(m-1)\left(1 - \frac{r_0^2}{r_1^2}\right) \\ &+ \left(\frac{r_1}{m}\sin\frac{m\varphi_1}{s} - \frac{2(h+r_1)}{m+1}\sin\frac{(m+1)\varphi_1}{s} + \frac{r_1}{m+2}\sin\frac{(m+2)\varphi_1}{s}\right)\left(1 - \frac{r_0^{2(m+1)}}{r_1^{2(m+1)}}\right)\Bigg]. \end{aligned}$$

» En faisant dans ces formules $s = 1$, on aurait les valeurs de a et b pour le cas où la charge, tout en étant distribuée de la même façon, agirait sur toute l'étendue de l'extrados.

» Si l'on porte dans les expressions (1), (2), (3), (4), (5) les valeurs de a, b, c, d correspondant au cas que l'on considérera, on aura des séries représentant respectivement les quantités U, V, R, Φ, T. On reconnaît facilement que toutes ces séries sont convergentes dans les deux cas que nous venons d'indiquer.

» On a donc, dans ces deux cas, et l'on pourrait avoir de même pour un grand nombre de répartitions différentes de la charge, la solution complète du problème de l'équilibre d'élasticité. »

PHYSIQUE. — *Sur un moyen d'illuminer un jet d'eau parabolique de grande dimension.* Note de M. **Bechmann**, présentée par M. Troost. (Extrait.)

« L'installation de la grande pièce d'eau lumineuse du Champ-de-Mars, pour l'Exposition universelle de 1889, comportait l'éclairage de plusieurs jets d'eau paraboliques, de grande dimension. Pour le réaliser, on comptait employer la disposition décrite dès 1841 par M. D. Colladon [1] et si souvent reproduite depuis. Dans cette disposition, la veine liquide s'échappe d'un orifice circulaire, percé dans l'une des faces verticales d'un réservoir parallélépipédique; elle est éclairée intérieurement par un faisceau lumineux convergent, fourni par une lentille enchâssée dans la face opposée du réservoir

» Mais, quand on voulut tenter d'obtenir les mêmes effets avec une veine liquide *de plus grand diamètre* et *de plus grande amplitude*, on constata que l'eau ne s'éclairait que sur une longueur de 1^m à peine; cette longueur diminuait à mesure qu'on augmentait l'amplitude ou la section du jet. On eut alors l'idée de remplacer le jet plein par un jet creux, dans lequel la lumière pénétrerait *sans avoir à traverser l'eau du réservoir lui-même.*

» Ce dispositif a été réalisé au moyen de deux troncs de cône métalliques, emboîtés l'un dans l'autre et portant des prolongements de forme cylindrique. L'eau, en pression, est amenée, par le tuyau d'alimentation, dans l'espace intermédiaire, et sort ainsi par un orifice annulaire, en donnant naissance à une veine creuse. Les rayons de lumière sont fournis par un foyer placé derrière l'appareil; après avoir traversé librement le tronc de cône intérieur, ils se réfléchissent sur la paroi interne de la veine.

» Le diamètre du jet a pu être porté jusqu'à $0^m,22$, et l'illumination a pu être obtenue sur une hauteur de $4^m,50$. La lame d'eau qui s'échappe de l'orifice annulaire peut d'ailleurs être extrêmement mince : on l'a réduite à 3^{mm} et même à 2^{mm} d'épaisseur, sans que la lumière d'une lampe à arc électrique très puissante pût la traverser. Pour empêcher la veine de se diviser trop rapidement en gouttelettes, il suffit de disposer, dans l'espace intermédiaire entre les deux troncs de cône, des cloisons directrices destinées à empêcher le mouvement de spirale que l'eau tend à y prendre. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. XV, p. 800.

PHYSIQUE. — *Sur la solubilité des sels*. Note de M. H. **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« M. Bakhuis Roozeboom vient de faire paraître, sur la solubilité des sels, un travail extrêmement remarquable ([1]), dans lequel mes recherches sur le même sujet sont l'objet de quelques critiques, fort courtoises d'ailleurs, je le reconnais. Mais, en raison de l'autorité de leur auteur, je tiens à ne pas les laisser passer sans un mot de réponse, et à faire remarquer qu'elles visent exclusivement la première Note, très incomplète, que j'ai donnée aux *Comptes rendus* ([2]), et non mes publications ultérieures, auxquelles il n'est pas même fait allusion. Ce sont là des questions personnelles, sur lesquelles je ne veux pas insister, et j'aborderai immédiatement une discussion se rattachant à des considérations théoriques auxquelles j'attache une certaine importance.

» M. Roozeboom a découvert ce fait très intéressant et tout à fait imprévu, qu'à une température donnée un même sel peut avoir deux coefficients de solubilité distincts. Le chlorure de calcium hydraté $CaCl, 6HO$, au-dessous de son point de fusion 30°,2, présente une courbe de solubilité formée de deux branches distinctes, qui viennent se réunir à la température de fusion de cet hydrate. Ces deux courbes auraient, en ce point, une tangente commune qui serait verticale. L'existence d'une courbe d'équilibre présentant une tangente verticale est en contradiction formelle avec les lois générales de l'équilibre chimique que j'ai formulées à différentes reprises; cela exigerait que la chaleur de dissolution fût infinie, ce qui est évidemment absurde. Ce désaccord entre la théorie et l'expérience m'avait vivement ému, car je n'osais contester l'exactitude d'expériences dues à un expérimentateur aussi habile. Mais j'ai fini par reconnaître que M. Roozeboom avait cédé à cette tentation, insurmontable, paraît-il, quand on s'occupe de solubilités, de corriger, en faisant le tracé des courbes, les résultats bruts de l'expérience. Les expériences, en effet, indiquent bien, comme le veut la théorie, un point anguleux très net. Le diagramme ci-joint le montre d'une façon évidente ([3]).

([1]) *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. VIII, n° 1.

([2]) *Comptes rendus*, t. C, p. 50; 1885.

([3]) J'ai pris une échelle des températures vingt fois plus grande que celle de

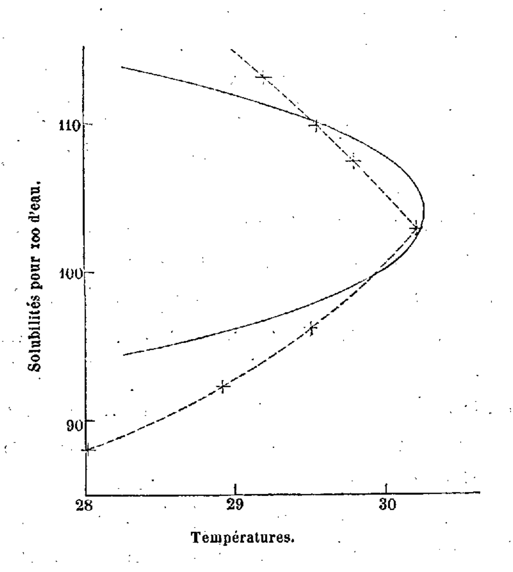
» L'existence d'un point anguleux tient à ce que l'on a affaire à deux courbes entièrement distinctes qui se coupent au point de fusion du sel, tout raccord étant impossible d'après la nature même des phénomènes qu'elles représentent. L'une s'applique à une dissolution de Ca Cl, 6HO dans l'eau; l'autre, à une dissolution du même hydrate dans le sel an-

Courbes de solubilité de CaCl, 6HO *au voisinage de* 30°, 2.

+ Résultats d'expériences de M. Roozeboom.

——— Courbe de M. Roozeboom.

------- Courbe passant par les points expérimentaux.



hydre ou dans un de ses hydrates inférieurs. On devra du reste avoir, rayonnant autour du point de fusion de Ca Cl, 6HO, autant de courbes de solubilité distinctes que l'on emploiera de dissolvants différents : alcool, chlorure de sodium, etc. J'admets, en m'exprimant ainsi, la fiction usuelle, mais tout à fait impropre, d'une distinction effective entre le corps *dissous* et le corps *dissolvant*. En réalité, la dissolution est simplement un mélange liquide de différents corps qui interviennent tous au même titre, quel que soit l'état physique sous lequel ils peuvent s'isoler du mélange dans les conditions actuelles de température. A ce point de vue, il n'est pas plus diffi-

---

M. Roozeboom, de façon à exagérer l'écart des deux courbes. Les désaccords dont il s'agit ne portent, en réalité, que sur des dixièmes de degré.

cile de concevoir des dissolutions mutuelles de chlorure de calcium hydraté et de chlorure de calcium anhydre, que celles de tous autres corps solides : par exemple, d'un sel et de glace au-dessous de zéro. »

CHIMIE. — *Préparation des chlorure et bromure cuivreux, à l'aide des haloïdes alcalins et du sulfate de cuivre.* Note de M. **Denigès**. (Extrait.)

« .... Dans le cas du chlorure cuivreux, voici comment il convient d'opérer. On introduit dans un ballon :

	Parties.
Sulfate de cuivre cristallisé................	1
Tournure de cuivre......................	1
Chlorure de sodium.......................	2
Eau distillée..............................	10

» On chauffe pour dissoudre les sels; une fois l'ébullition obtenue, la réaction est rapide et la décoloration à peu près complète au bout de quatre à cinq minutes environ. Cela fait, on jette sur un filtre ou l'on décante directement, en recevant la liqueur dans 15 à 20 parties d'eau aiguisée de 1 à 2 pour 100 d'acide acétique, qui donne de la stabilité au chlorure cuivreux, ainsi que l'a signalé Rosenfeld. On lave par décantation à l'eau aiguisée d'acide acétique.

» Si l'on recueille, à part et à l'abri de l'air, la liqueur chaude après filtration, elle abandonne par refroidissement de très beaux tétraèdres de chlorure cuivreux. Cette même liqueur absorbe l'oxyde de carbone et l'hydrogène phosphoré, comme la solution chlorhydrique; additionnée d'ammoniaque jusqu'à dissolution du précipité qui se forme, elle convient parfaitement pour l'obtention de l'acétylure cuivreux.

» On peut, dans la préparation, remplacer le sel de sodium par un même poids de sel de potassium et surtout d'ammonium. Ce dernier, dans lequel le chlorure cuivreux est très soluble, se prête particulièrement, après refroidissement de la solution, à l'absorption de l'oxyde de carbone et du phosphure d'hydrogène.

» Dans la préparation du bromure cuivreux, il faut employer une dose de bromure de potassium ou de sodium double de celle qui a été indiquée pour les chlorures alcalins.... »

CHIMIE. — *Réaction nouvelle et caractéristique des sels de cuivre.* Note de M. **Denigès.** (Extrait.)

« Cette réaction repose sur la transformation facile des sels de cuivre en bromure cuivrique sous l'influence du bromure de potassium et sur la déshydratation par l'acide sulfurique du sel produit, lequel, en dissolution dans l'excès de bromure, se manifeste alors avec une belle coloration d'un rouge violacé.... »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les matières sucrées de quelques espèces de champignons.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« Les recherches effectuées pour déterminer les principes renfermés dans les champignons, et en particulier celles de M. Müntz, ont établi qu'on pouvait rencontrer dans ces végétaux principalement deux sortes de matières sucrées : la mannite et la tréhalose. Elles existeraient fréquemment ensemble dans la même espèce; certaines espèces, au contraire, renfermeraient exclusivement l'une ou l'autre de ces deux substances ([1]).

» En réalité, les espèces de champignons sur lesquelles ont porté les investigations sont peu nombreuses. On peut en relever tout au plus une trentaine, sur plusieurs milliers de champignons connus. On pouvait donc se demander si ces deux matières sucrées sont les seules qui soient contenues dans ces végétaux, ou encore s'il n'existe pas à cet égard une certaine analogie de composition chez les espèces de ces Cryptogames appartenant au même groupe botanique. Enfin, il n'était pas sans intérêt de rechercher les raisons pour lesquelles un champignon a donné au même observateur tantôt de la tréhalose, tantôt de la mannite ([2]). Je présente aujourd'hui à l'Académie les résultats auxquels je suis parvenu en étudiant ces différents points sur huit espèces de champignons appartenant au genre *Lactarius* de Fries, et sur le *Boletus aurantiacus* de Sowerby.

» Quelques-uns de ces résultats m'amènent à penser, ainsi qu'on le

---

([1]) Muntz, *Recherches sur les fonctions des champignons* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VIII, p. 56; 1876).

([2]) Mitscherlich rapporte, dans ses *Recherches sur l'ergot de seigle,* qu'il a trouvé une fois du mycose (tréhalose) et une autre fois de la mannite. (*J. f. prakt. Chem.*, t. LXXIII, p. 65; 1858).

verra plus loin, que la dessiccation des champignons à basse température n'arrête pas les phénomènes intimes de nutrition chez ces végétaux, et que la composition d'un champignon desséché peut être différente, en ce qui concerne les matières sucrées, de celle du même champignon frais.

» Les champignons sur lesquels j'ai expérimenté ont toujours été choisis jeunes ou en pleine végétation. J'ai rejeté tous ceux qui renfermaient des larves ou qui présentaient quelque commencement de moisissures. Mes expériences ont porté, pour chaque espèce, sur des quantités qui ont varié, suivant l'abondance de ces espèces, de 1^{kg} à 40^{kg}.

» Dans une première série d'opérations, le traitement de ces végétaux peut être résumé ainsi qu'il suit :

» 1° Dessiccation à l'air libre, puis à l'étuve, à 50°-60°;

» 2° Épuisement par l'alcool à 80° bouillant;

» 3° Distillation des liqueurs alcooliques et évaporation au bain-marie du liquide restant, jusqu'à consistance demi-sirupeuse.

» La matière, portée alors dans un exsiccateur, se prend au bout de quelques jours en cristaux qui sont délayés dans l'alcool à 80° froid, puis essorés à la trompe. Après plusieurs purifications par cristallisation dans l'alcool à 80°, les cristaux présentaient les caractères de la mannite. Dans aucune des espèces de Lactaire ainsi traitées, je n'ai pu séparer de sucre agissant sur le plan de la lumière polarisée.

» Le Tableau suivant donne le rendement en mannite de ces champignons. Ce rendement est rapporté au champignon desséché à 100°.

	Année de la récolte.	Mannite pour 100.
Lactarius vellereus Fries............	1886	7,77
» »	1888	2,14
» *turpis* Weinm...........	»	9,50
» *piperatus* Scop..........	»	1,90
» *pyrogalus* Bull..........	»	15,00
» *controversus* Pers........	»	4,90
» *torminosus* Schaeff........	»	5,10
» *subdulcis* Bull............	»	6,66
» *pallidus* Pers.............	»	10,50

» On voit que les proportions de mannite varient beaucoup d'une espèce à l'autre; elles varient même, pour la même espèce, d'une année à l'autre, ce qui pourrait vraisemblablement être rapporté à des causes dépendant des conditions atmosphériques.

» Mais l'expérience suivante, dans laquelle une certaine quantité de

l'un des champignons ci-dessus a subi un traitement particulier, m'a paru surtout digne d'intérêt.

» 7^{kg} de *L. piperatus* ont été jetés dans l'eau bouillante, quelques heures après la récolte, et épuisés à plusieurs reprises par ce liquide. Les solutions rassemblées ont été évaporées au bain-marie, en consistance sirupeuse, et le sirop épuisé par l'alcool à 80° bouillant. Les liqueurs alcooliques ont été ensuite traitées comme ci-dessus. J'ai obtenu ainsi un produit cristallisé pesant 40^{gr} environ après dessiccation. De ce produit, j'ai pu extraire 30^{gr} d'une matière sucrée, qui se sépare en beaux cristaux lorsqu'on la dissout dans $3\frac{1}{2}$ parties d'alcool à 75° bouillant et qu'on laisse refroidir.

» Ces cristaux, desséchés à l'air, présentent les propriétés suivantes :

Point de fusion..... 100°
Pouvoir rotatoire... $(p = 0^{gr},5234;\ v = 50^{cc},15;\ \alpha = 3°,82)\ \alpha_D = +183°,00$

» Le pouvoir rotatoire rapporté à la matière desséchée entre 125° et 130° devient $\alpha_D = +198°,07$.

» Ce sucre ne réduit pas par la liqueur cupropotassique et ne fermente pas en présence de la levure de bière. Aucun des ferments solubles connus ne peut le dédoubler; mais l'acide sulfurique étendu le dédouble en glucose ([1]).

» Cette matière sucrée est donc bien la tréhalose de M. Berthelot, que M. Müntz a déjà signalée dans les champignons.

» Ainsi une même espèce de champignon, qui renferme de la tréhalose lorsqu'elle vient d'être récoltée, n'en renferme plus après dessiccation lente. Le même fait s'est reproduit avec le *Boletus aurantiacus* Sow. qui, après dessiccation, m'a fourni 8^{gr} de mannite pour 100, alors que traité par l'eau bouillante, immédiatement après la récolte, il m'a donné 19^{gr} de tréhalose presque exempte de mannite, pour $2^{kg},650$ de champignons frais.

» Cette disparition de la tréhalose pendant la dessiccation me paraît être un phénomène de maturation. On sait que la végétation des champignons est très active : comme les fruits, ils continuent à vivre après la récolte, tout au moins durant les premiers temps de la dessiccation. C'est pendant ce temps sans doute que la tréhalose est consommée. »

([1]) La solution qui a servi à la détermination du pouvoir rotatoire, additionnée d'un égal volume d'eau renfermant 4 pour 100 de SO^3,HO, et maintenue en vase clos à 105°-106° pendant cinq heures, donnait $\alpha = +33'$. Rapporté à la concentration primitive, ce chiffre devient $\alpha = +1°,10$. Le chiffre théorique calculé sur le pouvoir rotatoire du glucose $\alpha_D = +52,8$ serait $+1°,07$.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'action physiologique et thérapeutique de l'orthométhylacétanilide.* Note de MM. **Dujardin-Beaumetz** et **G. Bardet.**

« Un grand nombre de corps de la série aromatique nous ont été apportés, dans le courant des deux dernières années, au laboratoire de Thérapeutique de l'hôpital Cochin, ce qui nous a permis d'entreprendre un travail d'ensemble sur l'action comparée des composés de cette série et la recherche d'une loi qui établirait cette action en fonction de leur composition chimique. Parmi ces corps, nous avons eu l'occasion d'étudier un dérivé de la benzine désigné sous le nom d'*exalgine* (de ἐξ, hors; et ἄλγος, douleur) par le chimiste qui l'a préparé, M. Brigonnet; ce composé, en raison des propriétés physiologiques très nettes qu'il possède, nous a permis de faire faire un pas à cette étude générale.

» L'exalgine est chimiquement l'orthométhylacétanilide, répondant à la formule $C^9H^{11}AzO$: on obtient avec l'acétanilide trois dérivés méthylés, occupant les positions para, ortho et méta; c'est donc le dérivé ortho, dont le point de fusion est 101°C., que nous avons étudié. Il se présente en aiguilles ou en larges tablettes blanches, suivant qu'il a été obtenu par cristallisation ou qu'il s'est pris en masse après distillation; il est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, très soluble dans l'eau légèrement alcoolisée.

» Administré à un animal, ce corps agit énergiquement sur l'axe cérébrospinal et entraîne, en quelques minutes, la mort d'un lapin, à la dose de $0^{gr},46$ par kilogramme du poids du corps : il se produit alors des phénomènes d'impulsion, du tremblement et la paralysie des muscles respiratoires. A dose non toxique, la sensibilité à la douleur disparaît, mais la sensibilité tactile persiste; on note un abaissement progressif et notable de la température.

» Comparés à ceux de l'antipyrine, les effets physiologiques et toxiques de ce corps se ressemblent beaucoup; mais cependant l'orthométhylacétanilide, ou plus simplement exalgine, paraît agir plus nettement sur la sensibilité et d'une façon moins active sur les centres thermogènes.

» Au point de vue thérapeutique, on obtient de l'orthométhylacétanilide des effets analgésiques à la dose de $0^{gr},25$ à $0^{gr},40$, prise en une seule fois, ou de $0^{gr},40$ à $0^{gr},75$ prise en deux fois dans les vingt-quatre heures. Cette action analgésique est très marquée et paraît supérieure à celle de ntipyrine, et cela dans toutes les formes de névralgies, y comprises les

névralgies viscérales. Jusqu'à présent, nous n'avons pas eu à constater, dans l'emploi de ce médicament, l'irritation gastro-intestinale, le rash et la cyanose déjà notés dans l'usage de l'antipyrine ou de l'acétanilide, mais une seule fois un léger érythème.

» L'orthométhylacétanilide s'élimine par les urines, elle modifie la sécrétion urinaire et agit, comme les antithermiques du même groupe, dans la polyurie diabétique, en diminuant la quantité de sucre et la quantité journalière des urines.

» En résumé, l'orthométhylacétanilide, ou exalgine, est un puissant analgésique, qui paraît supérieur, à ce point de vue particulier, à l'antipyrine; elle est de plus beaucoup plus active, puisqu'elle agit à doses moitié moindres. Si l'on compare ce nouveau produit aux autres antithermiques analgésiques tirés de la série aromatique, on constate que, comme ces derniers, l'exalgine est à la fois antiseptique, antithermique, analgésique, mais que c'est cette dernière propriété qui paraît dominer dans ses effets thérapeutiques.

» D'après nos recherches sur l'ensemble de ces corps, il semble découler une loi qui permettrait d'apprécier *a priori* la dominante des trois propriétés physiologiques qui caractérisent leur action : effets antiseptiques, antithermiques et analgésiques.

» Les effets antiseptiques appartiendraient surtout aux dérivés hydratés alcooliques (phénol, naphtol, etc.).

» Les propriétés antithermiques seraient surtout dominantes dans les dérivés amidogénés (acétanilide, kairine, thalline, etc.).

» Enfin les propriétés analgésiques seraient au maximum dans les corps amidogénés où l'on a substitué à 1^{at} d'hydrogène 1^{mol} d'un radical gras, et particulièrement de méthyle (antipyrine ou diméthyloxyquinizine, acetphénétidines, etc.); le corps que nous venons d'étudier, exalgine ou orthométhylacétanilide, rentre donc dans ce dernier groupe. »

PATHOLOGIE. — *Sur les kystes dermoïdes intra-craniens.* Note de M. **Lannelongue**, présentée par M. Verneuil.

« La rareté de cette affection n'a pas permis jusqu'ici d'en faire un examen pathologique approfondi, d'en aborder la pathogénie, non plus que d'en établir le diagnostic clinique. La question présente cependant une grande importance; en effet, comme ces kystes sont placés loin du tégument externe et séparés de lui par une épaisse couche osseuse, l'étude de leurs relations avec la peau permet, mieux que tout autre kyste de même

nature, de confirmer la théorie de l'enclavement du tégument (loi de Verneuil) ou celle d'une genèse spontanée émise par Lebert.

» Tous les faits publiés antérieurement sont trop incomplets pour permettre de se prononcer dans un sens ou dans un autre; pourtant, comme il n'y est signalé aucune connexion avec la peau, il semblerait que ce silence soit une condition favorable à l'opinion de Lebert (hétéroplastie). Il n'en est rien toutefois, comme nous avons pu nous en assurer récemment, dans un fait qui sert de base à la présente Communication.

» Ce qu'on savait jusqu'ici des kystes dermoïdes intra-craniens peut être résumé brièvement.

» Ces kystes occupent, sans aucune exception, les fosses cérébelleuses et plus spécialement le voisinage du pressoir d'Hérophile; cinq fois sur six, ils étaient situés dans l'angle rentrant formé par la tente du cervelet et la dure-mère des fosses cérébelleuses. On trouve là une tumeur médiane et symétrique, variant du volume d'une noix à celui d'une orange, enchatonnée tantôt entre l'occipital et la dure-mère (kyste *extra-dure-mérien*), tantôt entre celle-ci et la substance nerveuse. En se développant, le kyste repousse d'arrière en avant les deux lobes du cervelet, comprime cet organe, l'atrophie et l'amincit, etc.

» La compression s'exerce aussi sur la protubérance, le bulbe, la moelle elle-même; puis sur certains vaisseaux, les sinus craniens en particulier, les veines encéphaliques; de là, comme conséquence, une hydropisie ventriculaire, l'œdème cérébral ou cérébelleux et même l'hydrocéphalie.

» La paroi kystique est en général mince, adhérente à la dure-mère, et souvent comme fusionnée avec elle, mais non avec la substance cérébrale, qui n'a que des rapports de contiguïté. Le contenu se compose de masses épithéliales et sébacées d'apparence caséeuse, disposées en couches stratifiées contre la paroi, avec des cheveux en boucles, en touffes, de la même couleur que ceux du sujet ou d'une couleur différente, atteignant jusqu'à 2 pouces de long.

» Les signes n'ont rien de pathognomonique; on doit chercher les éléments du diagnostic dans le groupement des symptômes et dans la marche particulière des accidents. Le jeune âge des sujets (2 ans le plus jeune, 20 ans le plus âgé) est un argument en faveur du kyste, et il n'y a guère que la syphilis héréditaire ou les tubercules de la moelle allongée qui pourraient donner lieu à des signes comparables.

» L'observation dont on va lire le résumé n'ajoute guère à nos connaissances cliniques sur les kystes dermoïdes intra-craniens, mais elle éclaire singulièrement leur anatomie pathologique et leur pathogénie.

» La relation directe entre le kyste et le tégument externe avait pu être soupçonnée déjà dans un cas de César Hawkins; en effet, le crâne présentait en face du kyste une perforation oblique de haut en bas et d'avant en arrière, pouvant livrer passage à un stylet. On doit voir là une preuve que l'ossification était restée incomplète à cause de la présence du kyste et non par suite d'une usure qu'il aurait produite.

» Mais ce fait n'est pas suffisamment démonstratif, et, sur une pièce anatomique qui nous a été offerte par M. Widal, nous avons découvert, par la dissection, un lien de continuité assez épais entre la peau et la paroi du kyste intra-cranien. Voici le résumé de ce cas :

» *Kyste dermoïde cérébelleux médian refoulant le cervelet et le bulbe.* — De la paroi du kyste, au point où elle se confond avec la dure-mère, part un ligament fibreux qui s'engage dans l'occipital par un petit canal osseux à bords arrondis et dirigé de bas en haut. D'autre part, en séparant le cuir chevelu de la voûte cranienne, on trouve un petit pédicule, plus court que le premier, et qui, né de la face profonde du cuir chevelu, s'engage dans l'occipital en se dirigeant en bas. Bien que ces deux pédicules ne soient pas exactement au même niveau et ne soient peut-être pas en continuité complète, il n'en est pas moins évident que leur conformation semblable et la direction identique de leur trajet doivent les faire considérer comme les deux parties d'un même *tractus* ayant été primitivement en continuité, et séparées plus tard par le développement du squelette.

» Ce fait contient tout entière la pathogénie des kystes dermoïdes intracraniens, et le point de départ du kyste dans le tégument externe y apparaît avec la plus grande netteté. Il démontre que, malgré la présence d'une épaisse couche osseuse entre la paroi du kyste et le tégument, ces deux parties sont réunies l'une à l'autre par un faisceau fibreux, indice de l'enclavement d'une portion de la peau du crâne pendant la vie intra-utérine. On peut donc élargir encore la proposition de Verneuil et poser la loi suivante : *Tout kyste dermoïde émane de l'enclavement ou de la persistance de l'ectoderme provenant d'une fissure embryonnaire.*

» Il reste à élucider un dernier point, celui qui a trait au siège exclusif de ces kystes dans les fosses postérieures du crâne. Tout porte à penser qu'il se fait un pli tégumentaire dans les dépressions qui existent normalement entre les vésicules cérébrales. Qu'un pincement de l'ectoderme se produise en ce point, et l'îlot enclavé, qui sera le futur kyste, se trouvera nécessairement interposé entre le cerveau antérieur et le postérieur. La flexion prononcée que présente le cerveau de l'embryon à ce niveau peut contribuer à la formation du pli tégumentaire, et il n'est pas jusqu'au déve-

loppement de la tente du cervelet qui ne puisse entraîner dans la profondeur les parties enclavées.

» La pathogénie des kystes dermoïdes intra-craniens offre un intérêt d'autant plus grand qu'elle sert à éclairer la clinique en montrant que ces tumeurs ont leur siège exclusif dans les fosses cérébelleuses. Cette donnée peut à son tour permettre de poser le diagnostic et servira peut-être un jour de guide à la thérapeutique chirurgicale. Le seul traitement rationnel doit être, en effet, la trépanation du crâne suivie de l'extirpation de la tumeur; comme le siège de ces kystes est connu et que l'innocuité relative de la trépanation est établie aujourd'hui, on peut tenter cette opération. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les ravages exercés par un Hémiptère du genre* Ælia *sur les céréales algériennes.* Note de M. **A. Pomel**, présentée par M. Dehérain.

« Je dois à M. le général Poizat, commandant la division d'Alger, communication, avec documents d'études à l'appui, des ravages exercés par un insecte sur les cultures des céréales des hauts plateaux algériens. Les résultats de l'examen que j'en ai fait intéresseront peut-être l'Académie.

« L'insecte parfait, disait la lettre d'envoi, apparaît avec l'été et sa larve n'a pas été observée. Pendant la nuit, il se tient en bandes dans les touffes d'alfa de Haïcha et de Semagh; pendant le jour, il voltige dans les champs d'orge et de blé, mais de préférence dans ces derniers, où il commet des dégâts comparables à ceux des Sauterelles. L'insecte parfait grimpe le long des tiges jusqu'à l'épi. Il perce alors avec la trompe, dont il est armé, le tégument de la graine et le vide presque complètement. Les grains, en apparence intacts, conservent une odeur nauséabonde, qui les rend impropres à l'alimentation des hommes et même des animaux; ils ne peuvent plus être employés que comme semence.

» Les indigènes donnent à cet insecte le nom de *Oum Tebag* (mère de la Calamite); il a fait son apparition dans le cercle de Djelfa depuis trois ans; mais il n'y avait pas encore commis dans les blés des dégâts importants. Cette année, 1888, les blés ont eu beaucoup à souffrir des déprédations de l'*Oum Tebag*. Les orges n'ont point été atteints.

» J'ai pu examiner un assez grand nombre d'exemplaires de cet insecte: c'est un Hémiptère scutelléridé du groupe des Pentatomes et du genre *Ælia*, voisin de *Ælia acuminata*. Il en a le faciès et les fascies; mais il est plus grand, 11^{mm} au lieu de 9^{mm}, et proportionnellement un peu plus large; la bande brune, qui longe de chaque côté la ligne blanchâtre médiane du

corselet et de l'écusson, est plus foncée et de teinte uniforme, ne présentant pas la nuance effacée qui forme comme une ligne distincte dans *Ælia acuminata*. La partie coriace des élytres est plus étroite en arrière et elle présente une nervure très marquée se détachant du milieu de la nervure interne parallèlement à l'externe et dont il y a à peine trace dans l'espèce comparée. C'est probablement une espèce ou une race distincte, qu'on pourrait nommer *Ælia triticiperda*. Il n'y en a aucune indication dans l'Ouvrage de M. Lucas (Commission scientifique de l'Algérie), ni dans la liste publiée plus récemment par la Commission tunisienne; on peut faire remarquer, à l'appui de la distinction spécifique de l'insecte algérien, qu'il s'attaque de préférence au blé, tandis que son congénère d'Europe paraît affectionner l'orge, sur lequel il est loin d'exercer des ravages aussi considérables.

» M. le commandant Didier, directeur des Affaires indigènes, m'a fait parvenir, en même temps que des insectes, des épis de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et des grains attaqués. Ces épis sont très légers, toujours dressés par conséquent, pourvus de leur longue barbe brunâtre et ne présentant rien extérieurement qui indique leur état contaminé. La plus minutieuse observation ne dévoile aucune déchirure, aucune perforation sur les glumes et glumelles, d'où l'on peut conclure que la bête les écarte pour faire pénétrer son suçoir.

» Les grains sont toujours mal formés, ratatinés inégalement, ayant pour la plupart conservé leur embryon, développé comme d'habitude; l'albumen est en partie corné comme dans le blé dur et au contact de l'embryon, en partie farineux comme dans le blé tendre et assez inégalement, parfois d'un côté seulement. On peut en déduire que si l'insecte vide complètement le grain de son albumen laiteux, il doit encore s'en constituer une certaine quantité après cette vidange, au moins sur un certain nombre de grains.

» Un épi des plus développés, contenant 19 épillets triflores, a donné 41 grains au lieu de 57, et ces 41 grains ont pesé $1^{gr},1$, moitié de ce que pèsent 41 grains de blé de Médéah, qui est l'espèce cultivée. Le blé contaminé pèse 53^{kg} à l'hectolitre; le blé sain en pèse 80^{kg}. Certains épis n'ont donné qu'une moyenne de $1\frac{1}{2}$ grain par épillet triflore, les autres ayant dû avorter par suite de la succion de l'insecte. J'ai essayé la faculté germinative de ces grains imparfaits; un choix de 10 parmi les mauvais m'a donné 7 germinations, mais 5 seulement ont eu assez d'albumen pour persister jusqu'à la quatrième feuille. 30 grains pris au hasard ont donné 23 germi-

nations, dont un tiers très maigres et 3 à 4 seulement vigoureuses, de sorte qu'on peut en déduire que ce blé contaminé doit constituer une très médiocre semence.

» L'étude du développement de l'insecte pourra fournir des renseignements sur les habitudes de la larve permettant de lui faire une guerre acharnée : ces études seront certainement faites sous la haute direction de M. le commandant Didier, et sous l'impulsion éclairée de M. le général Poizat. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement et la constitution des anthérozoïdes des Fucacées*. Note de M. **Léon Guignard**.

« L'anthérozoïde des Algues vertes et brunes, au lieu d'être formé essentiellement par un noyau métamorphosé, comme chez les Cryptogames étudiées dans mes Notes antérieures [1], est au contraire représenté par une cellule, dont la structure peut d'ailleurs offrir quelques variations. Chez les Fucacées, par exemple, où sa différenciation est relativement très marquée, ce corps reproducteur est pourvu de deux cils et d'un « point rouge », appelé souvent à tort *point oculiforme*. Mais si les caractères extérieurs les plus saillants en sont bien connus, grâce surtout aux beaux travaux de Thuret et de M. Bornet, l'étude du développement et de la structure intime mérite aujourd'hui d'être complétée. C'est dans ce but qu'ont été faites les observations dont je résume ici les résultats.

» J'ai examiné comparativement les espèces suivantes : *Fucus serratus* L., *F. vesiculosus* L., *F. platycarpus* Thur., *Bifurcaria tuberculata* Stackh., *Pelvetia canaliculata* Dcne et Thur., *Halidrys siliquosa* L., *Cystosira barbata* J. Ag. Comme elles offrent la plus grande analogie quant aux faits essentiels à considérer, il suffira de prendre pour exemple le *Fucus serratus*.

» Dans les conceptacles mâles, où elles naissent en grand nombre, les jeunes anthéridies se distinguent, dès le début, des cellules qui terminent les poils stériles ou paraphyses, par la grosseur de leur noyau et la richesse de leur protoplasme, renfermant des chromatophores incolores de forme et de volume variables. Chacune d'elles donne naissance à soixante-quatre anthérozoïdes. Pour cela, au gros noyau primitif succèdent, par suite de bipartitions répétées s'effectuant selon le mode normal de la karyokinèse,

---

[1] *Comptes rendus*, 7 janvier et 4 mars 1889.

soixante-quatre petits noyaux uniformément répartis dans le protoplasme. Les chromatophores se divisent aussi et deviennent plus nombreux que les noyaux; parmi eux, les uns restent d'abord incolores, les autres prennent une teinte jaune, puis orangée, et forment des globules colorés de volume variable. A chaque noyau s'accole un chromatophore incolore, qui deviendra le « point rouge » de l'anthérozoïde.

» Pour constituer le corps de ce dernier, le protoplasme se partage et se répartit autour des noyaux. Chacun des anthérozoïdes en voie de formation présente ensuite une forme ovoïde et légèrement comprimée sur deux faces opposées. Le chromatophore accolé au noyau prend peu à peu la teinte orangée, caractéristique du granule appelé ici assez improprement « point rouge », tandis que les globules de même couleur et de volume inégal, qui n'entrent pas directement dans la formation des anthérozoïdes, entre lesquels ils restent disséminés, perdent au contraire leur matière colorante et se résorbent plus ou moins rapidement. Le point rouge reste adjacent au noyau ; toujours situé sur le côté du corps, il n'est recouvert que par une couche protoplasmique excessivement mince.

» Le corps devient symétrique par rapport à un plan, qui passe par le point rouge. A sa surface et dans le plan de symétrie, on aperçoit bientôt un anneau protoplasmique délicat, finement granuleux et transparent, destiné à former les cils. Ces derniers, au nombre de deux, comme on sait, se différencient très rapidement et partent, en sens inverses, du point rouge sur lequel ils sont unis par un filet protoplasmique d'une ténuité extrême. Le cil qui correspond à la partie antérieure de l'anthérozoïde fait une fois le tour du corps ; celui de la partie postérieure en fait deux fois le tour et possède, par conséquent, une longueur double de celle du premier. L'un et l'autre se séparent de la surface du corps avant même que l'anthérozoïde commence à s'agiter pour sortir de l'anthéridie ; mais ils ne se déploient qu'au moment de la mise en liberté.

» En entrant en mouvement, l'anthérozoïde adulte devient pyriforme, la partie antérieure du corps s'étirant en un col atténué en pointe mousse. Le cil antérieur, qui sert de rame, est soudé sur une certaine longueur avec la base du col ; le cil postérieur, qui fait l'office de gouvernail, s'insère au contact du point rouge et du protoplasme, avec lequel il ne contracte pas une adhérence semblable. Remarquons, à ce propos, que l'insertion des cils est la même chez toutes les Fucacées, sans en excepter le *Cystosira*, où elle a pourtant été décrite et figurée d'une façon différente.

» La symétrie du corps est non seulement bilatérale, mais encore dorsi-

ventrale. Le point rouge, un peu réniforme, en occupe la face déprimée, sur laquelle il fait saillie; il touche ordinairement au noyau, situé dans la partie renflée, mais il ne lui est pas soudé. Ce noyau, riche en substance chromatique, ne forme pas, comme on paraît le croire, la majeure partie du corps; la difficulté de le fixer dans sa forme normale, ainsi que la coloration rapide et intense du protoplasme qui l'entoure et contribue à le masquer, n'avaient pas permis de juger des proportions relatives des parties constitutives de l'anthérozoïde.

» Les variations qu'on rencontre dans l'ensemble des Fucacées ne portent guère que sur la forme du corps, moins allongée parfois dans quelques espèces que dans l'exemple choisi.

» En résumé, l'anthérozoïde de ces plantes est une cellule ordinairement pyriforme, nue et pourvue d'un noyau situé à côté du point rouge, dans la partie du corps la plus large, et de deux cils de longueur inégale, qui se forment aux dépens d'un anneau périphérique de protoplasme. Le point rouge tire son origine des chromatophores primitifs de l'anthéridie. Le contenu de cette dernière n'entre pas tout entier dans la constitution des anthérozoïdes; le protoplasme forme une notable partie du corps de chacun d'eux. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur un gisement français de mélaphyres à enstatite.* Note de M. **A.-Michel Lévy**, présentée par M. Fouqué.

« Je dois à l'obligeance de MM. Mouret et Bergeron, collaborateurs du service de la Carte géologique de la France, d'avoir pu étudier quelques types de mélaphyres des environs de Figeac, fort intéressants au point de vue pétrographique.

» Ils constituent des affleurements à l'est de Figeac dans la vallée du Célé; au nord de cette même ville, dans la vallée de Planiolles; enfin sur la rive droite du Lot, à Gaillot, au sud de Faycelles. Les plus beaux échantillons proviennent du gisement de Planiolles qui présente une roche noire compacte, à cassure conchoïdale, tandis que, dans les autres pointements, la roche éruptive est mêlée à des tufs.

» M. Mouret suppose que les mélaphyres de Figeac sont contemporains du houiller supérieur; M. Bergeron estime qu'elles percent intégralement ce terrain.

» A la loupe, ces roches laissent apercevoir quelques petits cristaux de

feldspath triclinique et d'un minéral transparent jaunâtre dans une pâte noire compacte.

» Au microscope, la composition minéralogique est très simple et se résume ainsi qu'il suit :

» 1° Cristaux en débris de première consolidation; *olivine*, transformée en serpentine et en chlorite; *bronzite*, constituant de nombreux prismes, m (110), h^1 (100), g^1 (010) à pointements e^2 (012), d'ailleurs rarement intacts; *augite*, très rare, *anorthite*, *labrador*. Le *fer oxydulé* est extrêmement rare.

» 2° Microlithes de seconde consolidation dans un verre brun très abondant; *labrador; bronzite*, en microlithes allongés très fins et très nombreux; *augite*, extrêmement rare.

» On voit que ces mélaphyres sont caractérisés par l'extraordinaire abondance de la *bronzite* en grands cristaux et en microlithes. Les propriétés cristallographiques et optiques ne laissent planer aucun doute sur la détermination de ce minéral; il se présente en prismes octogonaux, avec clivages mm (110) ($1\bar{1}0$) presque rectangulaires et assez difficiles. L'indice n_g est parallèle à l'arête du prisme; le plan des axes optiques est situé dans g^1 (010); l'angle vrai des axes est très grand, voisin de 90°; le polychroïsme est à peine sensible, dans les tons brunâtres; enfin la biréfringence ne dépasse pas 0,009.

» Pour confirmer d'une façon définitive le diagnostic, j'ai suivi la méthode imaginée par M. Fouqué lorsqu'il a fait à Santorin la découverte des premières andésites à hypersthène qui aient été signalées : j'ai attaqué la roche, convenablement pulvérisée, par l'acide fluorhydrique, et j'ai pu en extraire les cristaux de bronzite. L'un d'eux, d'une taille suffisante, a été retourné de 90° sous le microscope, au moyen d'une aiguille, et s'est trouvé successivement couché sur les faces h^1(100) et g^1(010); dans les deux positions, l'extinction s'est faite rigoureusement suivant la longueur, tandis que le pyroxène eût donné sur g^1(010) un angle d'extinction dépassant 38°.

» La découverte, par M. Fouqué, des andésites à hypersthène a été publiée en 1879; depuis lors les pyroxènes rhombiques ont été maintes fois signalés dans des roches trachytoïdes, à deux temps de consolidation distincts. La comparaison des mélaphyres à bronzite de Figeac s'impose avec les enstatites-porphyrites de Klausen (Tyrol méridional) [1], des Cheviot-

---

[1] TELLER et V. JOHN, *Jahrb. k. k. geol. R.*, t. XXXII, p. 589; 1882.

Hills ([1]), de Newport (Fifeshire) ([2]) et surtout avec les roches similaires du houiller supérieur de la Nahe ([3]).

GÉOLOGIE. — *Note sur les terrains jurassiques des environs de Tiaret (département d'Oran).* Note de M. **Jules Welsch**, présentée par M. Hébert.

« A la cascade de la Mina, à 10^{km} au sud-sud-ouest de Tiaret, les terrains jurassiques comprennent deux séries distinctes :

» A. Marnes argileuses gris verdâtre sur une épaisseur de 80^m environ, avec quelques petites parties colorées en rouge d'une façon irrégulière; elles sont dépourvues de fossiles. Vers les deux tiers de la hauteur, ces marnes argileuses renferment une lentille de calcaire gris compact formé de fragments arrondis agglomérés avec quelques oolithes. On y trouve de nombreux fossiles, rappelant la faune de Commissey (Yonne); entre autres :

Pygaster umbrella Ag.
Holectypus, sp.
Mytilus subpectinatus d'Orb.
Lima corallina d'Orb.
Lima æquilatera Buvig.
Pecten subspinosus Schl.
Terebratula Zieteni de Lor.
Terebratula subsella Leym.
Rhynchonella inconstans d'Orb.
Rhynchonella pinguis Rœm.
Rhynchonella trilobata Munst.

C'est une faune qui répond à peu près au niveau des zones à *Ammonites Achilles* et *A. tenuilobatus*.

» J'ai pu suivre cette formation d'argile grise jusqu'à Saïda, à 120^{km} au sud-sud-ouest de Tiaret, comme M. Pomel l'a du reste indiqué dans ses divers ouvrages sur le nord de l'Afrique, et là, dans une assise inférieure, on trouve les fossiles connus de Saïda, appartenant au callovien (zone des *A. anceps* et *A. coronatus*).

» B. Au-dessus des marnes argileuses grises vient un banc épais de dolomie, atteignant jusqu'à 60^m d'épaisseur, dont 44^m constituent l'escarpement même de la cascade. Ce banc est surmonté par une succession de

---

([1]) Petersen. Kiel, 1884.

([2]) Durham et Judd, *Q. J. G. S.*, t. XLII, p. 418; 1886.

([3]) Lossen, *Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst.* Berlin, 1884.

couches variées, argiles magnésiennes colorées, alternant avec des grès et des couches dolomitiques. Au-dessus vient le crétacé.

» A la base du grand banc de dolomie, il y a, sur la rive droite de la Mina, à la cascade, quelques parties plus friables, composées de calcaires dolomitiques pulvérulents, renfermant une partie de la faune du corallien de la Rochelle, à la pointe du Ché; ce sont :

Pseudocidaris mammosa (ou *ovifera*) Agass.
Pseudocidaris rupellensis Cott.
Rhynchonella inconstans d'Orb.
Rhynchonella matronensis de Lor.
Terebratula bicanaliculata Zieten.
Terebratula insignis Zieten.

» On peut suivre facilement les deux séries de couches A et B dans toutes les vallées des environs de Tiaret. C'est ainsi qu'on les retrouve à quelques kilomètres au nord-ouest de Tiaret, sur la grande route de Relizane. Mais la partie supérieure de la série B est alors remplacée par des calcaires siliceux plus ou moins compacts et renfermant une faune très voisine encore de celle de la Rochelle, telle que :

Rhabdocidaris Orbignyi Ag.
Cidaris glandifera Gold.
Terebratula Zieteni.
Terebratula insignis Zieten.
Rhynchonella inconstans d'Orb.
Ostrea hastellata.
Ostrea gregaria Sow.
Montlivaultia, sp.

» Ces fossiles sont silicifiés et ressemblent tout à fait aux fossiles du corallien de Nattheim.

» A l'ouest de Tiaret, près de l'ancienne ville de Tagdempt, les couches supérieures de la série B sont remplacées par une alternance de bancs calcaires durs et de bancs marneux plus tendres avec nombreux individus de *Spirocyclina, Natica hemispherica, Ostrea cypræa,* etc.

» J'ai pu visiter les montagnes du Nador, dans les Hauts-Plateaux, au sud de la plaine du Sersou de Tiaret. Elles sont aussi constituées par ces deux séries de couches. Le ksar de Goudjila, à 70^{km} au sud-est de Tiaret, est bâti sur la grande zone dolomitique de la série B. Dans la vallée de l'oued Soufiguig, la série des couches B est remplacée par une énorme succession de bancs de calcaires dolomitiques tendres dont l'épaisseur atteint plusieurs centaines de mètres.

» En un point spécial, près de Temda, à 25^{km} nord-ouest de Tiaret, les marnes argileuses grises A sont remplacées par des calcaires, dont la base est dépourvue de fossiles. Mais les parties moyennes et supérieures sont formées de *calcaires rouges ammonitifères* présentant absolument le même

aspect que les calcaires rouges concrétionnés étudiés dans les Alpes de Fribourg par M. Ernest Favre. J'y ai trouvé trois faunes successives :

» 1° Faune de l'*A. transversarius* avec fossiles nombreux, tels que :

A. transversarius Quenst.	*A. arolicus* Opp.
A. tortisulcatus d'Orb.	*A. Manfredi* Opp.
A. Henrici d'Orb.	*Belemnites hastatus* Blainv.

» 2° Faune de la zone à *A. bimammatus* :

A. canaliculatus Zieten.	*A. tortisulcatus* d'Orb.
A. arolicus Oppel.	*A. mediterraneus* Neum.
A. flexuosus Zieten.	*A. Pralairei.*

» 3° Faune de l'*A. tenuilobatus* Oppel. Exemples :

A. Frotho Oppel.	*A. tortisulcatus* d'Orb.
A. compsus Oppel.	*A. polygyratus* Rein.

» Ces trois zones sont là intimement reliées entre elles; il n'y a aucune différence dans la structure de la roche, il y a seulement distribution différente des fossiles d'après la hauteur de la couche où on les trouve.

» Au-dessus viennent les couches dolomitiques entremêlées de marnes schisteuses bariolées et de bancs de grès qui constituent la série B.

» Les calcaires rouges à *A. transversarius* étaient déjà connus en Algérie, notamment dans l'Ouarsenis, à 100^{km} au nord de Tiaret, et aussi près de Batna. Ils viennent d'être signalés en Tunisie par M. Le Mesle. Mais la faune des zones à *A. bimammatus* et *A. tenuilobatus* n'avait pas encore été reconnue dans le nord de l'Afrique. M. Coquand, dans ses *Études supplémentaires de Paléontologie algérienne* publiées en 1880, a bien indiqué la zone de l'*A. tenuilobatus*; mais, en réalité, les fossiles qu'il cite proviennent des couches à *A. transitorius* et *Terebratula Janitor*.

» Ce gisement, près de Temda, représente actuellement le point le plus éloigné des Alpes dans la direction du sud-ouest où ces couches de type pélagique (ou alpin) aient été signalées [1]. »

---

(1) Je dois remercier M. Pomel, directeur de l'École des Sciences d'Alger, qui m'a conseillé l'étude de cette région et m'a indiqué des points fossilifères, et aussi M. Munier-Chalmas qui, avec son obligeance habituelle, a déterminé quelques-uns de mes fossiles, notamment *A. transversarius* et *A. Frotho*.

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie des chaînes subalpines comprises entre Gap et Digne* [1]. Note de M. **E. Haug**, présentée par M. Hébert.

« *Terrain houiller; extension du trias.* — La seule coupe complète du trias qu'on puisse observer dans la région comprise entre Digne et Gap est fournie par la gorge profonde formée par le torrent du Bès, un peu en amont du village de Barles. Elle a été publiée par le regretté Garnier [2], qui a pu établir que le trias présentait ici ses trois divisions normales du grès bigarré, du muschelkalk et du keuper. Au-dessous des grès blancs très siliceux qui constituent le grès bigarré, Garnier avait signalé des schistes argileux et des grès micacés en les assimilant, sans toutefois y avoir rencontré de fossiles et à cause des matières charbonneuses qu'ils renferment, au terrain anthracifère du Briançonnais. Des recherches récentes, faites dans la cluse de Barles en vue de l'exploitation de la houille, n'ont pas donné de résultats pratiques, mais ont amené la découverte de nombreux débris végétaux.

» M. Kilian ayant dirigé mon attention sur ce fait, j'ai visité l'affleurement et y ai recueilli dans les déblais d'assez nombreuses empreintes, parmi lesquelles j'ai pu déterminer les suivantes : *Pecopteris cyathea* (Schloth.) Brgt., *arguta* Sternb., cf. *polymorpha* Brgt., cf. *arborescens* Schloth., *Alethopteris Grandini* Brgt. *Callipteridium mirabile* Rost., « *Cyclopteris* », *Calamites ramosus* Brgt., *Annularia stellata* Schloth., ? *Asterophyllites*, *Cordaites* sp.

» Les couches à anthracite de Barles viennent donc se placer au même niveau que les dépôts houillers de la Mure (Isère) et de la Maurienne, dans le terrain houiller supérieur.

» A part un lambeau de muschelkalk, situé au nord-ouest de Tanaron, à mi-chemin de Digne et de Barles, tous les autres affleurements, depuis Digne jusqu'à la vallée de la Durance, appartiennent au keuper. Partout

---

[1] Ces Notes sont le résultat de courses faites pendant les mois de septembre et d'octobre 1888 pour le levé de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$ sur les feuilles de Digne et de Gap.

[2] A. Garnier, *Trias, lias et oolithe de Barles* (*Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XXIX, p. 617-625).

où se rencontre cet étage, il est constitué par des argiles rouges et jaunes et par des dolomies cloisonnées (cargneules), auxquelles sont associés des dépôts de gypse souvent très puissants.

» Le trias supérieur est très développé aux environs de Digne, il y est partout recouvert par les couches inférieures de l'infra-lias à *Avicula contorta*, ainsi que l'a démontré M. Hébert ([1]) dès 1861. Il forme le noyau d'un pli anticlinal orienté du nord au sud et allant du Cousson au hameau de Tauze, où il est coupé par une faille dirigée de l'est à l'ouest.

» Le bassin miocène de Champtercier est limité à l'est par une bande de couches diverses excessivement morcelées ([2]), qui le séparent d'une bande de trias s'étendant presque sans interruption de Digne à Saint-Estève. Une troisième faille très importante, située dans le prolongement de l'anticlinal de Digne, entre le cours du Bès et le chaînon du Blayeul, est jalonnée sur toute sa longueur par des assises keupériennes, en continuité avec le grand affleurement de Barles.

» En se dirigeant vers le nord-ouest, on ne rencontre plus le trias qu'en deux lambeaux sans importance, l'un en aval de Clamensane, l'autre entre Faucon et le Caire, tous deux dans le canton de la Motte.

» Il est donc loin de présenter l'extension que lui ont donnée encore récemment divers auteurs, qui lui attribuent une grande surface située dans les communes d'Esparron, Bayons, le Caire, Faucon, Turriers, Bellafaire. Ce qui a dû les induire en erreur, c'est le fait que de puissantes masses de gypse ont été signalées dans cette partie du département, notamment par Scipion Gras. Ces masses de gypse existent, en effet, et occupent une assez grande surface, mais elles appartiennent au terrain jurassique et non au trias, ainsi que je le ferai voir dans une prochaine Note.

» Certains points du bel Ouvrage de M. Kilian sur la montagne de Lure ([3]) sont également de nature à faire croire à une extension du trias plus considérable que celle

---

([1]) E. Hébert, *Du terrain jurassique de la Provence; sa division en étages, son indépendance des calcaires dolomitiques associés aux gypses* (*Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XIX, p. 100-121).

([2]) J'ai rencontré dans cette bande du lias inférieur et moyen, des marnes oxfordiennes, des calcaires à *Ter. janitor* et, à l'est de Thoard, des calcaires blancs bien stratifiés, analogues à ceux du bassin du Verdon et dans lesquels j'ai trouvé un exemplaire d'*Inoceramus labiatus*.

([3]) W. Kilian, *Description géologique de la montagne de Lure*, p. 52-58; 1888.

qu'il présente en réalité, ainsi qu'à un développement assez différent de celui qu'on lui connaissait à Digne et à Barbes. Mais l'étude des localités du Caire et d'Esparron, situées sur la limite extrême de la région de M. Kilian, m'a montré qu'en réalité il s'agissait là de couches qui ne peuvent être rangées dans le trias. Dans le voisinage de ces deux localités, on observe de puissantes assises de grès et d'argilolithes rouges associés à des conglomérats à cailloux de quartz. On est tout d'abord tenté d'en faire du grès bigarré; mais, à Faucon, j'ai vu la série débuter par des grès verdâtres analogues à ceux de la mollasse, et reposer nettement sur un banc de calcaires noirs de 2^m à 3^m d'épaisseur, qui contient *Ostrea gigantea* Brand., des *Pecten* et des Bryozoaires indéterminables, et qui représente incontestablement le nummulitique.

» Ces mêmes grès rouges forment à Tanaron, au nord de Digne, le substratum de la mollasse helvétique à *Cerithium lignitarum* Eichw., et à *Pecten subbenedictus* Font. Leur position stratigraphique entre le nummulitique et la mollasse leur assigne donc un âge voisin de celui du flysch, dont ils constitueraient peut-être un faciès propre aux chaînes subalpines du nord de la Provence. Ils présentent une extension assez considérable et se rencontrent soit dans les plis synclinaux, soit pincés entre les lèvres des failles, en lambeaux qui ont été épargnés par la dénudation. J'ai pu les étudier à Esclangon, où ils butent par faille contre le trias supérieur; au Péouvé, entre Tanaron et Barles, où l'on peut les observer en superposition sur le néocomien inférieur avec fossiles du niveau de Berrias, à Lambert, à Ainac; à Feissal, où l'on voit un lambeau de grès rouges tertiaires occuper le centre d'un petit bassin néocomien; à la cabane de Clapouse près de Barles, où ils reposent sur les calcaires de l'oxfordien supérieur. Ce dernier affleurement permet de relier ceux des environs de Tanaron et de Feissal au grand affleurement d'Esparron, où nos grès présentent un développement énorme et donnent, aux collines qui bordent le vallon d'Esparron, le caractère d'un paysage vosgien. Il est probable que dans le haut du vallon ces grès reposent sur les dolomies cloisonnées du trias, ce qui explique l'interprétation qu'en a donnée M. Kilian. Plus au nord, en amont et en aval de Faucon, les grès tertiaires se présentent avec les mêmes caractères pétrographiques; ils ressemblent ici, plus que partout ailleurs, à certaines couches du grès bigarré des Vosges; de plus, comme ils butent par faille contre les dolomies triasiques et contre les calcaires du lias inférieur, on est doublement tenté de les réunir au trias. Mais, comme au Caire ils reposent sur les schistes oxfordiens, et qu'à Faucon ils sont séparés de ces mêmes schistes par un banc de calcaire nummulitique, il ne peut subsister aucun doute sur leur âge.

» On observe encore les mêmes grès jalonnant une faille dirigée du sud-est au nord-ouest au nord du Caire, dans le vallon de la Combe, près du hameau du Laux et jusque dans la vallée de la Durance, au château du Roussel, vis-à-vis de la Saulce.

» Il résulte de ce qui précède que, dans le nord-ouest des Basses-Alpes, le trias supérieur se présente partout avec les mêmes caractères qu'aux environs de Digne, c'est-à-dire dans le faciès des argiles bigarrées avec gypse et cargneules qui lui est propre dans toute la zone des chaînes subalpines, depuis les Alpes vaudoises jusqu'en Provence. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Classification thermique des lacs d'eau douce.* Note de M. F.-A. Forel.

« L'étude de la température des couches profondes des lacs a été grandement facilitée, dans les dix dernières années, par les thermomètres de Miller-Casella et de Negretti et Zambra. Les recherches modernes nous ont appris l'insuffisance de la théorie classique, qui attribuait au fond des lacs d'eau douce une température constante et uniforme de 4° C., température du maximum de densité de l'eau pure. Pour exprimer les faits nouveaux constatés, il est convenable de tenter une classification des lacs, considérés au point de vue de leur température.

» Je me baserai sur deux principes d'ordres différents :

» *Premier principe.* — La stratification thermique diffère essentiellement, suivant que l'on a affaire à de l'eau plus chaude ou à de l'eau plus froide que le maximum de densité. Au-dessus de 4°, les couches plus chaudes sont les plus légères, selon la loi générale des liquides, et la stratification peut être appelée *directe;* au-dessous de 4°, les couches plus froides sont les moins denses et montent à la surface, et la stratification doit être dite *inverse.*

» Cela étant, si le climat est assez chaud pour que la température des couches supérieures du lac ne descende jamais au-dessous de 4°, la stratification thermique de ce lac sera toujours directe. Nous caractériserons un tel lac, en disant qu'il est du *type tropical.*

» Si le climat est moins chaud, et si, après un été où le lac s'est réchauffé, dans ses couches de surface, au-dessus de 4°, il se refroidit en hiver au-dessous de 4°, la stratification alternera entre la forme directe et la forme inverse. Ce sera le *type des lacs tempérés.*

» Si le climat est très froid, et si, même pendant l'été, la surface du lac ne s'élève pas au-dessus de 4°, la stratification sera constamment inverse, et nous aurons un lac de *type polaire.*

» *Second principe.* — Nous avons appris que les variations annuelles de la température sont confinées dans les couches supérieures des eaux et ne descendent guère au-dessous de 100^{m} ou 150^{m} de profondeur. Dans les couches plus profondes, les eaux sont encore soumises à des variations thermiques très faibles, de périodicité longue et irrégulière, que nous appe-

lons les variations *lustrales;* mais elles échappent à la variation annuelle.

» Donc si le lac est de grande profondeur, ses eaux inférieures seront de température presque invariable et ne subiront que les variations lustrales.

» Si le lac est de faible profondeur, ses eaux inférieures seront soumises à la variation annuelle, d'amplitude d'autant plus forte que la profondeur sera moindre. Quant à la variation lustrale, elle disparaîtra presque devant l'importance beaucoup plus grande de la périodicité annuelle.

» En combinant ces deux principes, j'obtiens six classes de lacs, à savoir :

» PREMIER TYPE : LACS TROPICAUX. — Stratification thermique directe.

» *Première classe : lacs de grande profondeur.* — Eaux inférieures de température invariable, au-dessus de 4°. Exemple : lac Léman.

» *Deuxième classe : lacs de faible profondeur.* — Eaux inférieures de température variable, au-dessus de 4°.

» DEUXIÈME TYPE : LACS TEMPÉRÉS. — Stratification thermique alternante.

» *Première classe : lacs de grande profondeur.* — Eaux inférieures invariables, à 4°. Exemple : lac de Constance.

» *Deuxième classe : lacs de faible profondeur.* — Eaux inférieures variables, au-dessus et au-dessous de 4°. Exemple : lac de Morat.

» TROISIÈME TYPE : LACS POLAIRES. — Stratification thermique inverse.

» *Première classe : lacs de grande profondeur.* — Eaux inférieures invariables, au-dessous de 4°.

» *Deuxième classe : lacs de faible profondeur.* — Eaux inférieures variables, au-dessous de 4°.

» Chaque lac est exposé à des conditions climatériques spéciales, en raison de son altitude, de sa latitude et de sa position géographique; chaque lac a des conditions spéciales de profondeur et de volume des eaux; il en résulte que chaque lac possède, au point de vue thermique, des allures particulières et des valeurs qui lui sont propres.

» La définition thermique d'un lac, dans l'intérieur de l'une ou l'autre des six classes, comprend :

» 1° Pour la couche supérieure de l'eau : amplitude et valeurs extrêmes de la variation annuelle.

» 2° Pour les couches inférieures, chez les lacs de faible profondeur : amplitude et valeurs extrêmes de la variation annuelle; chez les lacs de grande profondeur : *a*, valeur moyenne de la température; *b*, amplitude et valeurs extrêmes de la variation lustrale.

» Je donnerai, comme exemple, la définition thermique du lac Léman :

Lac de type tropical, classe des lacs de grande profondeur.

Température des eaux supérieures	5° à 23°
Amplitude de la variation annuelle	18°
Température moyenne des eaux inférieures	5°
Extrêmes connus de variation lustrale des eaux inféreures	4°,4 à 5°,5
Amplitude de cette variation lustrale	1°,1

M. E. **Grand** adresse un travail intitulé « Proposition relative à l'existence d'un fluide gazeux universel ».

M. L. **Hugo** adresse une Note « Sur un passage de Fortia d'Urban, relatif à Archimède ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1889.

(*Suite.*)

La procédure en Éthiopie; par Antoine d'Abbadie. Paris, Larose et Forcel, 1888; br. in-8°.

Les voltamètres-régulateurs; par Émile Reynier. Paris, Baudry et Cie, 1889; br. in-8°.

Mémoires et observations d'ophtalmologie pratique; par le Dr H. Armaignac. Bordeaux, A. Bellier et Cie, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Traité élémentaire de Physiologie humaine; par F. Viault et F. Jolyet. Paris, Octave Doin, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Nouvelle étiologie des épidémies de choléra; par le Dr Ch. Pigeon (de la Nièvre). Fourchambault, 1889; br. in-8°.

Revista do Observatorio. — Publicacão mensal do imperial Observatorio do Rio de Janeiro. Anno IV, Janeiro de 1889; numero 1. Rio de Janeiro, Lombaerts et Cie, 1889. (Présenté par M. le baron de Teffé.)

Bulletin mensuel de l'observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei près Chang-Hai (Chine). Tome XIII, année 1887. Zi-Ka-Wei, typographie de la Mission catholique, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Popular lectures and addresses; by Sir William Thomson. Vol. I: *Constitution of matter.* London, Macmillan and Co, 1889; 1 vol. in-16.

Joseph von Fraunhofer's *gesammelte Schriften, im Auftrage der mathematisch-physikalischen Classe der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften,* herausgegeben von E. Lommel. München, 1888; 1 vol. in-4°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. — Mathematisch naturwissenschaftliche Classe. Vier- und fünfzigster Band. Wien, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 11 mars 1889.)

Note de M. *Th. Schlœsing* fils, sur la combustion lente de certaines matières organiques :

Page 529, ligne 15 en remontant, *au lieu de* 75°,5, *lisez* 72°,5.

Note de M. *H. Cornillon*, sur les variations dans les nombres des taches solaires :

Page 541, ligne 8, *au lieu de* 1886, *lisez* 1880.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MARS 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur l'achromatisme des interférences.* Note de M. **Mascart.**

« I. Dans une précédente Communication à l'Académie, M. Cornu [1] a étudié le phénomène du déplacement des franges d'interférence dans la lumière blanche par l'interposition d'une lame réfringente sur le trajet de l'un des rayons, et montré que la nouvelle position apparente de la frange centrale dépend non seulement du retard optique, mais aussi de la dispersion du milieu interposé; il a désigné sous le nom de *frange achromatique* celle qui correspond à la même phase pour les couleurs les plus importantes du spectre.

» M. Stokes [2] avait déjà signalé cette propriété et vérifié par expé-

[1] *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 809; 1881.
[2] *Br. Ass. Rep.*, 2e Partie, p. 20; 1850.

rience que l'observation des franges au travers d'un prisme de petit angle produit un déplacement apparent de la frange de symétrie.

» On doit ajouter encore que, dès la première application de la méthode du déplacement des franges à la mesure des indices de réfraction, Fresnel [1] a reconnu qu'elle était incorrecte. Dans une de ses expériences sur la topaze, il n'observa qu'un retard de 16,6 ondulations, tandis que le calcul en indiquait 21, et il ajoute :

» La différence 4,4 est trop sensible pour provenir de l'inexactitude de mes mesures micrométriques; mais il serait possible que la dispersion de double réfraction, c'est-à-dire la différence d'énergie de la double réfraction pour les rayons de diverses couleurs, modifiât tellement la superposition des franges produites par ces divers rayons, qu'il en résultât des méprises sur la position de la bande centrale, et que ce fût à une pareille cause d'erreur que tînt en partie la discordance dont il s'agit.

» II. L'emploi d'un prisme produit un autre effet très remarquable : en même temps que la réfraction change la direction apparente des franges de diverses couleurs, elle en modifie l'ouverture angulaire d'une manière inégale; la superposition des systèmes relatifs aux longueurs d'onde voisines est alors beaucoup plus parfaite que dans le phénomène primitif, et l'on peut distinguer un nombre considérable de franges de part et d'autre de celle qui est achromatisée.

» C'est ainsi qu'en observant au travers d'un prisme les anneaux produits par une lame d'air entre deux verres, Newton en aperçut plus de quarante; les apparences sont alors analogues à celles que donne l'emploi d'une lumière homogène.

» Pour expliquer cette particularité, je considérerai, d'une manière plus générale, un phénomène quelconque de franges localisées sur une surface S sensiblement plane, comme les interférences ordinaires reçues sur un écran, les anneaux de Newton, les bandes de polarisation chromatique dans un cristal d'épaisseur variable, etc.; je supposerai, en outre, que les franges sont symétriques par rapport à une droite, à laquelle elles sont normales, et qu'on observe dans le plan de symétrie, l'œil étant armé d'un prisme dont la section principale est parallèle au même plan.

» En prenant l'axe des x sur la droite de symétrie et l'axe des y normal à la surface S, soient h l'ordonnée et $-a$ l'abscisse du point P où se trouve l'œil muni du prisme, x l'abscisse du point M considéré, i l'angle

---

[1] *Œuvres de Fresnel*, t. II, p. 268.

du rayon MP avec la normale, D la déviation produite par le prisme et θ l'angle du rayon réfracté avec la normale.

» La différence de marche Δ des rayons qui interfèrent au point M doit être considérée en général comme une fonction de x et de i; la déviation D est elle-même une fonction de i et de l'indice de réfraction n. En désignant par λ la longueur d'onde, on peut donc écrire

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \Delta &= m\lambda = f(x, i),\\ a + x &= h \operatorname{tang} i,\\ D &= \theta - i = \varphi(i, n).\end{aligned}\right.$$

» L'ordre m de la frange *achromatique* est défini par la condition que, pour une valeur constante de m, l'angle θ qui détermine la direction des rayons émergents soit le même pour les couleurs voisines. Si l'on différentie ces équations, en faisant $dm = 0$ et $d\theta = 0$, et remplaçant par L l'expression $-\lambda \frac{dn}{d\lambda}$ qui ne dépend que de la nature du prisme, il en résulte

$$(2)\qquad m\lambda\left(1 + \frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) = L\left(\frac{h}{\cos^2 i}\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial i}\right)\frac{\partial\varphi}{\partial n}.$$

» Quand on connaît la loi du phénomène d'interférence, ainsi que la nature du prisme et sa direction, les équations (1) et (2) déterminent toutes les quantités m, x, i et θ qui correspondent à la frange achromatique.

» Comme l'angle apparent d'une frange est le plus souvent très petit, on l'obtiendra en faisant $dm = 1$ dans les équations différentielles et considérant λ et n comme des constantes. L'angle apparent $d\theta$ d'une frange est alors déterminé par l'équation

$$(3)\qquad \lambda\left(1 + \frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) = \left(\frac{h}{\cos^2 i}\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial i}\right) d\theta.$$

» Pour une frange d'ordre quelconque, cet angle dépend de la longueur d'onde; mais, au voisinage de la frange achromatique, on peut tenir compte de l'équation (2), ce qui donne

$$(4)\qquad d\theta = \frac{1}{m} L \frac{\partial\varphi}{\partial n}.$$

» Les facteurs L et $\frac{\partial\varphi}{\partial n}$ varient très lentement avec la couleur. On voit donc que, quelle que soit la loi des interférences, la valeur de $d\theta$ au voisinage de la frange achromatique est en raison inverse de l'ordre m et presque

indépendante de la longueur d'onde, de sorte qu'on y verra un très grand nombre de franges.

» Il est même possible, en choisissant d'une manière convenable l'inclinaison du prisme, de rendre la coïncidence encore plus parfaite, si la dérivée du produit $L\frac{\partial\varphi}{\partial n}$ par rapport à l'indice de réfraction est nulle, ce qui donne la condition

$$(5) \qquad L\frac{\partial^2\varphi}{\partial n^2}+\frac{dL}{dn}\frac{\partial\varphi}{\partial n}=0.$$

» En appelant A l'angle du prisme, β l'angle de la face d'entrée avec la surface S, r l'angle de réfraction du rayon MP sur cette face, r' et i' les angles relatifs à la sortie, on trouve aisément que les équations qui déterminent l'ordre de la frange achromatique, la distance angulaire des franges voisines et la condition du meilleur achromatisme deviennent

$$(2)' \qquad \frac{m\lambda}{L}=\left(\frac{h}{\cos^2 i}\frac{\partial f}{\partial x}+\frac{\partial f}{\partial i}\right)\frac{\sin A}{\cos(\beta-i)\cos r'},$$

$$(4)' \qquad d\theta=\frac{L}{m}\frac{\sin A}{\cos r\cos i'},$$

$$(5)' \qquad \frac{1}{L}\frac{dL}{dn}=\sin(\beta-i)\operatorname{tang} r\cos i'-\sin A\operatorname{tang} i'.$$

» On reconnaît aisément que l'emploi d'un réseau, comme appareil de dispersion, ne produirait aucun effet analogue.

» Nous appliquerons ces résultats à deux cas particuliers.

» *Franges d'interférence.* — Considérons d'abord les interférences ordinaires où les franges sont équidistantes et symétriques par rapport à l'une d'elles pour toutes les couleurs. L'origine étant prise au centre du phénomène, la différence de marche Δ est simplement proportionnelle à x, et l'on a

$$m\lambda=\alpha x, \qquad \frac{\partial f}{\partial x}=\alpha, \qquad \frac{\partial f}{\partial i}=0.$$

» Il n'existe alors qu'une frange achromatique, dont l'ordre m et l'abscisse x sont déterminés par les équations

$$x=\frac{m\lambda}{\alpha}=h\frac{L}{\cos^2 i}\frac{\sin A}{\cos(\beta-i)\cos r'}.$$

» Ces valeurs de m et de x sont d'autant plus grandes, toutes choses égales, que le prisme est plus éloigné de la surface S.

» Si l'observation est faite dans une direction normale à la surface, c'est-à-dire, en supprimant l'écran, sur le trajet des rayons qui interfèrent, il reste simplement

$$x = \frac{m\lambda}{\alpha} = h\,\mathrm{L}\frac{\sin \mathrm{A}}{\cos\beta \cos r'}.$$

» *Anneaux de Newton.* — Si les anneaux sont produits par une lame d'air entre une surface plane et une surface sphérique de rayon R qui ne se touchent pas, l'épaisseur de la couche à une distance x du centre peut être exprimée par

$$e = e_0 + \frac{x^2}{2\mathrm{R}}. \tag{6}$$

» La différence de marche au point considéré est alors

$$m\lambda = 2e\cos i = \left(2e_0 + \frac{x^2}{\mathrm{R}}\right)\cos i,$$

et l'on a

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{2x}{\mathrm{R}}\cos i, \qquad \frac{\partial f}{\partial i} = -2e\sin i.$$

» La condition d'achromatisme devient

$$e\left(\frac{\cos i}{\mathrm{L}} + \frac{\sin i \sin \mathrm{A}}{\cos(\beta - i)\cos r'}\right) = \frac{hx \sin \mathrm{A}}{\mathrm{R}\cos i \cos(\beta - i)\cos r'}. \tag{7}$$

» Il se présente même cette circonstance curieuse que l'équation finale qui donnera l'une des inconnues, telles que x ou θ, n'est pas du premier degré; il peut donc exister plusieurs franges achromatiques distinctes et plusieurs groupes de franges visibles.

» Si l'on fait, par exemple, $i = 0$, ce qui correspond à la vision suivant la normale à la surface, l'équation (7) se réduit à

$$x^2 - 2h\,\mathrm{L}\frac{\sin \mathrm{A}}{\cos\beta \cos r'}x + 2\mathrm{R}e_0 = 0.$$

» Le problème n'est possible que si la condition

$$2\mathrm{R}e_0 < h^2\mathrm{L}^2\frac{\sin^2 \mathrm{A}}{\cos^2\beta \cos^2 r'}$$

est satisfaite, et les deux valeurs correspondantes de x sont alors positives.

» L'une de ces valeurs est nulle pour $e_0 = 0$. Si donc on observe par un prisme dans ces conditions des anneaux colorés ordinaires, la tache cen-

trale reste achromatique et l'on aperçoit à quelque distance un groupe de branches d'anneaux d'autant plus serrées et plus nombreuses que l'ordre de la frange achromatisée est plus élevé. C'est l'expérience de Newton.

» III. Si l'interférence a lieu entre des ondes planes, comme dans l'appareil de Jamin, les anneaux des plaques épaisses par diffusion, les phénomènes de polarisation chromatique dans les lames à faces parallèles, etc., on doit remplacer les équations (1) par les suivantes

$$(8)\qquad \begin{cases} \Delta = m\lambda \quad = f(i), \\ \mathrm{D} = \theta - i = \varphi(i, n), \end{cases}$$

ce qui revient simplement à supprimer la variable x.

» L'ordre de la frange achromatique et l'angle apparent des franges voisines sont alors déterminés par les équations

$$(9)\qquad \begin{cases} \dfrac{m\lambda}{\mathrm{L}} = \dfrac{\partial f}{\partial i}\dfrac{\sin \mathrm{A}}{\cos(\beta - i)\cos r'}, \\ d\theta = \dfrac{\mathrm{L}}{m}\dfrac{\sin \mathrm{A}}{\cos r \cos i'}. \end{cases}$$

» La valeur de $d\theta$ est la même que lorsqu'il s'agit de franges localisées.

» Je prendrai seulement un exemple.

» *Franges d'Herschel.* — En plaçant la face hypoténuse d'un prisme à section triangulaire isoscèle sur une lame de verre, de manière à laisser entre les surfaces une couche d'air d'épaisseur e sensiblement constante, W. Herschel [1] aperçut une série de franges curvilignes parallèles à la courbe qui limite la réflexion totale. Ces franges se voient nettement quand on vise à l'infini : elles sont donc produites par des interférences d'ondes planes. Dans ce cas, l'angle β est nul et la différence de marche égale à $2e\cos i$. Si l'on représente par $\varphi(i, n)$ la déviation $i + i' - \mathrm{A}$, ce qui revient à changer le signe de i dans les équations précédentes, l'angle apparent di' d'une frange d'ordre quelconque m est

$$di' = \frac{1}{m}\frac{\cos^2 i}{\sin i}\frac{\cos r'}{\cos r \cos i'} = m\frac{\lambda^2}{4e^2}\frac{\cos r'}{\sin i \cos r \cos i'}.$$

» Comme ces franges sont très voisines de la réflexion totale, on peut remplacer les angles r, r' et i' par leurs valeurs R, R' et I' relatives à cette

---

[1] *Phil. Trans. L. R. S.*, p. 274; 1809.

direction limite, et l'on a sensiblement

$$di' = m\frac{\lambda^2}{4e^2}\frac{\cos R'}{\cos R \cos I'}.$$

» Les franges d'Herschel présentent donc ce caractère très singulier que leur largeur apparente, au moins pour les premières, est proportionnelle à l'ordre de la frange et au carré du rapport de la longueur d'onde à l'épaisseur de la lame d'air.

» La condition d'achromatisme est

$$\frac{\cos^2 i}{\sin i} = L\frac{\sin A}{\cos r'}.$$

» La distance de la frange achromatique à la limite de réflexion totale est donc indépendante de l'épaisseur de la lame. Le nombre des franges visibles dans le voisinage de cette région est d'autant plus grand que la lame est elle-même plus épaisse.

» Talbot (1) a observé ce phénomène dans la lumière transmise au travers d'une couche d'air comprise entre les faces hypoténuses de deux prismes identiques et a pu compter jusqu'à 200 franges à la lumière blanche.

» Les franges que l'on aperçoit au bord du champ polarisé dans les prismes de Nicol ou dans le prisme de Foucault s'expliquent de la même manière. »

M. **Boussinesq** présente à l'Académie, au nom de M. *Karl Pearson*, professeur à l'Université de Londres, une analyse détaillée, en anglais, des Recherches de M. de Saint-Venant sur l'élasticité, publiées depuis l'année 1850 jusqu'à sa mort (*The elastical Researches of Barré de Saint-Venant, by Karl Pearson, M. A. professor of applied Mathematics, University College, London; Cambridge, at the University Press,* 1889); et il ajoute :

« A cette période, qui s'étend de 1850 à 1886, appartiennent les travaux les plus remarquables de l'ancien et vénéré doyen de notre Section de Mécanique, savoir, les Mémoires sur la torsion, sur la flexion, sur la résistance vive, sur la distribution des élasticités dans les corps hétérotropes, sur la plasticodynamique, etc. L'analyse raisonnée qu'en donne M. Pearson, dans

(1) *Phil. Mag.*, [3], t. IX, p. 401; 1836.

le but d'en répandre la connaissance parmi les géomètres, physiciens et ingénieurs peu familiarisés avec la langue française, est un hommage rendu par le savant professeur anglais à l'importance, à l'originalité, à la haute valeur de l'œuvre du regretté maître que nous avons perdu au commencement de 1886. Elle remplit un Volume in-8°, de près de 300 pages d'un texte serré, enrichi de planches, et constitue la première Partie du tome II d'une *Histoire de la théorie de l'élasticité*, commencée par Todhunter. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1889.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix de La Fons Mélicocq. — MM. Duchartre, Van Tieghem, Bornet, Chatin et Cosson réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul et Naudin.

Prix Thore. — MM. Bornet, Duchartre, Van Tieghem, Blanchard et Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul et Cosson.

Prix Vaillant (*Étude des maladies des céréales dans leur généralité*). — MM. Dehérain, Reiset, Van Tieghem, Duchartre et Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bornet et Schlœsing.

Grand Prix des Sciences physiques (*Étude complète de l'embryologie et de l'évolution d'un animal au choix du candidat*). — MM. Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers et Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Chauveau.

Prix Bordin (*Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à sang chaud, Mammifères et Oiseaux*). — MM. Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Sappey et Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et Brown-Séquard.

Prix Savigny, fondé par M[elle] Letellier. — MM. Edwards, de Quatre-

fages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers et Grandidier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Ranvier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la polarisation elliptique par reflexion vitreuse.* Mémoire de M. A. Potier, présenté par M. Sarrau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Sarrau, Poincaré.)

« La polarisation elliptique que présente la lumière réfléchie sur les corps transparents a été expliquée par Cauchy en supposant des ondes longitudinales évanescentes; cette théorie conduit à des relations entre les coefficients d'ellipticité de trois corps, pris deux à deux, que les expériences de Jamin et de M. Quincke n'ont pas vérifiées.

» On parvient aussi à expliquer cette polarisation elliptique en admettant une modification progressive, bien que rapide, des propriétés du milieu vibrant dans le voisinage de la surface de séparation : c'est ce qu'a fait M. Lorentz en admettant les formules de Fresnel pour la réflexion et la réfraction entre deux couches infiniment minces ([1]).

» Je développe, dans le Mémoire que je soumets à l'Académie, une théorie dont j'ai antérieurement exposé le principe et les résultats ([2]), et dans laquelle je pars des équations différentielles du mouvement vibratoire.

» J'admets que les composantes (ξ, η, ζ) du déplacement de l'éther satisfont à trois équations de la forme

$$\Delta_2\xi - \frac{\partial\theta}{\partial x} = \rho\,\frac{\partial^2\xi}{\partial t^2}$$

et que le coefficient ρ, représentant la densité de l'éther fictif qu'on peut, d'après Fresnel, substituer au milieu vibrant, est variable dans une couche très mince, perpendiculaire à OZ; en dehors de cette couche, il a, d'un côté, la valeur constante ρ_0 correspondant au milieu dans lequel se fait la

([1]) *Annales de Poggendorff*, t. CXI, p. 460.

([2]) *Association française pour l'avancement des Sciences*; 1872.

réflexion et, de l'autre, la valeur ρ_1 correspondant au milieu sur lequel se fait cette réflexion. Je suppose, de plus, que l'épaisseur de la couche de passage est assez petite par rapport à la longueur d'onde, ce qui semble résulter de l'étude des phénomènes capillaires. On est amené à distinguer deux cas.

» 1° *Vibration perpendiculaire au plan d'incidence.* — Supposant l'axe OY perpendiculaire au plan d'incidence, soit

$$\eta = B e^{(mx+pz-\alpha t)i} + B' e^{(mx-pz-\alpha t)i},$$

m, α étant des constantes et p une fonction de z déterminée par la condition $p^2 + m^2 = \rho\alpha^2$.

» Les fonctions B et B' doivent alors satisfaire à deux équations simultanées du premier ordre qui, en négligeant les puissances de z supérieures à la première, se réduisent aux suivantes :

$$d(B+B') + iz\,d[p(B-B')] = 0,$$
$$d[p(B-B')] + iz\,d[p^2(B+B')] = 0.$$

Au même degré d'approximation, on conclut de ces équations que $B+B'$ est constant dans l'épaisseur de la couche, tandis que $p(B-B')$ doit y diminuer d'une quantité $i(B+B')\int z\alpha^2\,d\rho$ que l'on peut annuler par un choix convenable du plan $z=0$ dans l'épaisseur de la couche. Les conditions de coexistence de vibrations parallèles à OY sont alors que les quantités $B+B'$ et $p(B-B')$ aient des valeurs constantes; on retrouve ainsi les formules mêmes de Fresnel lorsque, traitant le problème ordinaire de la réflexion, on fait $B'=0$ dans le milieu inférieur.

» *Il existe donc un plan, dans l'épaisseur de la couche de passage, sur lequel les ondes incidente, réfléchie et réfractée sont rigoureusement concordantes.*

» 2° *Vibration dans le plan d'incidence.* — Conservant les mêmes notations et posant

$$\xi = A e^{(mx+pz-\alpha t)i} + A' e^{(mx-pz-\alpha t)i},$$

on trouve, en opérant comme dans le cas précédent, que les coefficients A et A' doivent satisfaire aux équations

$$d(A+A') + iz\,d[p(A-A')] = 0,$$
$$d\left[\frac{\rho}{p}(A-A')\right] + iz\,d[\rho(A+A')] = 0.$$

On en conclut que, en prenant le même plan origine que plus haut, l'ex-

pression $\frac{\rho}{p}(A - A')$ doit avoir la même valeur des deux côtés de la couche de séparation, tandis que $A + A'$ varie de

$$im^2 \frac{\rho}{p}(A - A')S,$$

en posant $S = \int z\, d\left(\frac{1}{\rho}\right)$.

» L'une des équations de Fresnel est conservée, mais la continuité des composantes parallèles à la surface réfléchissante n'a plus lieu sur le plan origine.

» Si l'on fait $A' = 0$ dans le milieu inférieur, ce qui est le cas ordinaire de la réflexion, il reste dans le milieu supérieur

$$\frac{A'}{A} = \frac{\rho_1 p_0 - \rho_0 p_1 + im^2 \rho_1 \rho_0 S}{\rho_1 p_0 + \rho_0 p_1 + im^2 \rho_1 \rho_0 S},$$

formule dans laquelle on devra substituer à p_0, p_1, m les valeurs

$$\frac{2\pi \cos i}{\lambda_0}, \quad \frac{2\pi \cos r}{\lambda_1}, \quad \frac{2\pi \sin i}{\lambda_0}.$$

» La valeur complexe de ce rapport indique que les ondes incidente et réfléchie ont une différence de phase sur le plan origine et que le rayon réfléchi ne s'annule pour aucune incidence. La valeur de la différence de phase, ainsi que celle du rapport entre les intensités des rayons réfléchis dans les deux azimuts principaux de polarisation sont données par des formules qui, dans les limites où la polarisation elliptique est observable, ne diffèrent pas sensiblement de celles que l'on déduit des formules de Cauchy et qui ont été vérifiées par les expériences de Jamin; mais la valeur théorique du coefficient d'ellipticité devient

$$\varepsilon = \frac{2\pi}{\lambda_0} \frac{n^2}{n^2 - 1} \int z\, d\left(\frac{\rho_0}{p}\right),$$

en désignant par n l'indice de réfraction.

» Abstraction faite de la dispersion, l'ellipticité de la lumière réfléchie doit donc croître rapidement à mesure que la longueur d'onde diminue, tandis que la théorie de Cauchy conduit à une ellipticité constante. Des expériences inédites, relatives à la réflexion des rayons ultra-violets, dont M. Cornu a bien voulu me communiquer les résultats, ont vérifié cette variation rapide de l'ellipticité; c'est l'importance de cette vérification qui m'a engagé à exposer, avec quelque détail, la théorie qui précède. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle. Développement progressif de la plante.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

(Cette Note, ainsi que les deux précédentes, et le Mémoire complet sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Duchartre, Schlœsing, Dehérain.)

« La recherche des conditions culturales propres à assurer des rendements élevés en pommes de terre riches devait, pour devenir fructueuse, être précédée par l'étude physiologique du développement progressif de la plante. Pendant trois années, en 1886, 1887 et 1888, j'ai poursuivi l'étude de ce développement. Sur des cultures ordinaires, mais particulièrement soignées, j'en ai d'abord, par pesées et par analyses, caractérisé les phases successives; puis, pour donner aux résultats plus de précision, j'ai, en 1888, entrepris, suivant la méthode que déjà, en 1885, j'avais appliquée à la betterave à sucre, l'étude individuelle des diverses parties de la plante : tubercules, feuilles, tiges et radicelles.

» Sur le terre-plein que j'avais élevé à Joinville, j'ai planté 200 tubercules égaux de Jeuxey, dont le développement progressif a donné lieu à six récoltes. Chaque fois, j'ai déterminé le poids moyen des diverses parties de la plante, mesuré leur surface ou leur longueur, fixé enfin la composition centésimale de chacune d'elles.

» Les chiffres inscrits ci-dessous donnent le poids moyen de ces diverses parties, aux six époques de récolte :

	Tubercules.	Feuilles.	Tiges.	Radicelles.
	kg	kg	kg	kg
1888. 3 juillet......	0,031	0,338	0,366	0,078
4 août........	0,719	0,458	0,692	0,062
28 août........	1,270	0,520	1,080	0,062
20 septembre..	1,530	0,125	0,642	0,065
10 octobre.....	1,770	Mortes	0,175	Mortes en partie
25 octobre.....	1,553	Tombées	Mortes	Mortes

» *Des tubercules.* — Très rapide d'abord, plus lent ensuite, leur accroissement reste régulier pendant toute la campagne; dans l'exemple choisi, cependant, on observe, du 10 au 25 octobre, une anomalie d'où semble résulter une diminution de la matière précédemment formée; la compo-

sition des tubercules explique cette anomalie; cette composition est la suivante :

	3 juillet.	4 août.	28 août.	20 septembre.	10 octobre.	25 octobre.
Eau............	85,22	80,79	78,16	75,94	80,22	77,05
			Matières solubles.			
Saccharose.......	1,48	1,12	0,64	0,27	0,10	0,02
Sucre réducteur..	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mat. azotées.....	1,36	0,91	1,19	2,06	1,99	1,98
Mat. org. autres..	0,35	0,72	0,13	0,96	1,19	1,14
Mat. min........	0,86	1,14	1,38	1,31	1,39	1,46
	4,72	3,87	3,34	4,60	4,67	4,60
			Matières insolubles.			
Fécule..........	8,40	13,92	15,67	17,44	13,70	16,38
Cellulose.........	»	1,23	1,60	1,60	1,31	1,66
Ligneux azoté....	1,66	0,08	0,19	0,32	0,19	0,19
Mat. min........	»	0,09	0,09	0,09	0,13	0,06
	10,06	15,22	17,55	19,47	15,33	18,29

De l'examen de ces chiffres résulte cette constatation, que la plupart des matières intervenant à la composition des tubercules varient peu dans leur pourcentage, au cours de la végétation, mais que trois font exception : la fécule, l'eau et le saccharose.

» Les proportions d'eau et de fécule varient en sens inverse, mais la somme en est constante; de telle sorte que si, brusquement, du 20 septembre au 10 octobre, le poids des tubercules augmentant, la teneur en fécule s'abaisse de 17,44 à 13,70 pour 100, c'est non pas à une consommation de matière, mais à une hydratation accidentelle qu'il le faut attribuer; pendant cette période de vingt jours, le sol a reçu 54^{mm} d'eau, les tubercules se sont chargés d'humidité, mais la fécule n'a pas disparu; et c'est, réciproquement, sous l'influence de la sécheresse succédant à la pluie que, du 10 au 25 octobre, le poids des tubercules s'abaisse et la teneur en fécule se relève.

» L'un des faits les plus remarquables que montre l'analyse des tubercules est la diminution graduelle de leur teneur en saccharose. Entre cette diminution et l'augmentation de la fécule, il est difficile de ne pas entrevoir une relation physiologique, et l'on est porté à se demander si le sac-

charose ne doit pas être considéré comme la matière première génératrice de la fécule.

» *Des feuilles*. — La découverte de ce saccharose dans le tissu des feuilles vient à l'appui de cette hypothèse. A chaque récolte, l'analyse en démontre la présence, et la proportion variant de 0,06 à 0,36 pour 100 du poids de la feuille s'en montre d'autant plus grande que la lumière a été plus vive. Cette observation, s'ajoutant à beaucoup d'autres qui, dans les feuilles de plantes variées, m'ont permis de constater la formation du saccharose sous l'influence de la lumière solaire, conduit à voir dans ce sucre l'un des produits primordiaux de la synthèse végétale.

» Les variations que les feuilles subissent dans leur poids sont dignes d'attention; tout d'abord, ce poids augmente rapidement, puis, à partir du 20 septembre (pour l'exemple choisi) la fanaison commence et aussitôt la production de la fécule diminue pour bientôt s'arrêter.

» *Des tiges*. — L'étude pondérale et analytique des tiges suffit à en caractériser le rôle; c'est à s'organiser pour constituer aux feuilles un support solide et élevé qu'elles travaillent, mais à travers ce support, à tout moment, circule le saccharose que les feuilles adressent aux tubercules pour y former la fécule.

» *Des radicelles*. — Le développement en est considérable : en longueur, elles atteignent $1^{m},80$; en surface, $0^{mq},43$. La composition en est simple; l'eau et le ligneux, variant en sens inverse, forment toujours 98 pour 100 de leur poids.

» En résumé, l'accroissement régulier des tubercules de la pomme de terre, leur enrichissement graduel en fécule ne sont troublés que par les variations météorologiques, et c'est à une hydratation passagère que ce trouble aboutit simplement.

» Tant que les feuilles sont fraîches et vertes, les tubercules croissent rapidement; dès que les feuilles fanent, l'accroissement se ralentit; à leur mort correspond son arrêt absolu.

» C'est donc dans les feuilles qu'il faut chercher l'origine de la fécule; très probablement c'est le saccharose ou un sucre analogue qui en représente la forme initiale; c'est ce sucre qui, se dédoublant ensuite en lévulose gauche et en glucose droit, devient le générateur, d'un côté, du tissu cellulaire, d'un autre, de la fécule que celui-ci emmagasine. »

M. **Rétault** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre « Phénomènes géologiques et géographiques résultant du rapport proportionnel entre l'épaisseur de l'écorce terrestre sous-marine et la hauteur des eaux qui la recouvrent ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Daubrée, Hébert, Fouqué.)

M. **X. Bailly** adresse une nouvelle rédaction de son étude sur le mirage, et de son étude sur les taches solaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Ch. Degagny** adresse une Note « Sur l'origine des diastases dans la digestion du nucelle ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem.)

M. **Trémaux** adresse une Communication relative à un procédé de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

La **Société géologique de France** informe l'Académie qu'elle tiendra, cette année, sa réunion extraordinaire à Paris, et adresse le programme des excursions qui auront lieu le 18 août et toute la semaine suivante.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les dérivées de* sécx. Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« 1. Soient $f = \text{séc}\,x$, $z = \text{tang}^2 x$: on obtient facilement

$$\begin{aligned} f' &= \text{séc}\,x\,\text{tang}\,x, \\ f'' &= \text{séc}\,x[1 + 2z], \\ f''' &= \text{séc}\,x\,\text{tang}\,x[5 + 6z], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

» Il existe, entre les coefficients des polynômes en z que l'on obtient ainsi, des relations remarquables dont nous allons indiquer la nature.

» Considérons les dérivées d'ordre pair et écrivons

$$\begin{aligned} f &= \text{séc}\,x\,a_0, \\ f'' &= \text{séc}\,x[a_1 + b_1 z], \\ f^{(4)} &= \text{séc}\,x[a_2 + b_2 z + c_2 z^2], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}$$

en sorte que

$$\text{séc}\,x = \sum_0^\infty \frac{a_n x^n}{1.2.3\ldots(2n)}.$$

» *La forme quadratique à une infinité de variables*

$$\sum_0^\infty \sum_0^\infty a_{i+k} X_i X_k$$

est égale à

$$\begin{aligned} &(a_0 X_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \ldots)^2 \\ &\quad + (b_1 X_1 + b_2 X_2 + \ldots)^2 \\ &\quad\quad + (c_2 X_2 + \ldots)^2 \\ &\quad\quad\quad + \ldots. \end{aligned}$$

» La considération des dérivées d'ordre impair donne lieu à une proposition semblable.

» 2. On rencontre des relations semblables en considérant les dérivées de $\tan g x$, et des fonctions elliptiques $\sin \text{am} x$, $\cos \text{am} x$, $\Delta \text{am} x$.

» Nous ferons connaître prochainement la démonstration de ces propriétés, qui sont liées intimement à certains développements en fraction continue dont voici un exemple :

» Soit

$$\cos \text{am} x = \sum_0^\infty \frac{(-1)^n c_n x^{2n}}{1.2.3\ldots(2n)};$$

on aura

$$\begin{aligned} \int_0^\infty e^{-xz} \cos \text{am} z \, dz &= \frac{c_0}{x} - \frac{c_1}{x^3} + \frac{c_2}{x^5} - \ldots \\ &= \cfrac{1}{x + \cfrac{1^2}{x + \cfrac{2^2 k^2}{x + \cfrac{3^2}{x + \cfrac{4^2 k^2}{x + \ldots + \cfrac{(2n-1)^2}{x + \cfrac{(2n)^2 k^2}{x + \ldots}}}}}}} \end{aligned}$$

» La série est divergente, mais la fraction continue est convergente et représente l'intégrale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines expressions quadruplement périodiques*. Note de M. **Appell**, présentée par M. Hermite.

« La publication de l'intéressante Note de M. Picard sur certaines expressions quadruplement périodiques de deux variables [1] nous engage à exposer sommairement quelques remarques qui se rapportent au même sujet et que nous avait suggérées la lecture du *Traité des fonctions elliptiques* de M. Halphen [2].

» Soient $R(z, t)$ une fonction uniforme de z et t, rationnelle par exemple, et α, β, γ, δ des constantes. Posons

$$R_{m,n} = R(e^{x+m\alpha+n\beta}, e^{y+m\gamma+n\delta}),$$

m et n désignant deux entiers.

» 1. Si la série

$$\sum_{m,n=-\infty}^{m,n=+\infty} R_{m,n}$$

est convergente, elle définit une expression uniforme en x et y admettant les quatre paires de périodes

$$(2\pi i, 0), \quad (0, 2\pi i), \quad (\alpha, \gamma), \quad (\beta, \delta).$$

» Cette expression admet nécessairement des surfaces de singularités essentielles si les constantes α, β, γ, δ sont quelconques, comme le fait remarquer M. Picard sur l'exemple particulier qu'il a traité pour plus de netteté.

» 2. Soient a et b des constantes quelconques ; si la série

$$\sum_{m,n=-\infty}^{m,n=+\infty} a^{-m} b^{-n} R_{m,n}$$

est convergente, elle définit une expression uniforme en x et y admettant

---

[1] *Comptes rendus*, 18 mars 1889.

[2] Première Partie, p. 468 et suiv.

les paires de périodes $(2\pi i, 0)$, $(0, 2\pi i)$ et se reproduisant multipliée par le facteur a ou le facteur b quand on augmente x et y de la paire de périodes (α, γ) ou (β, δ). On obtient de cette façon des séries analogues à celles que M. Hermite prend comme point de départ de la théorie des fonctions doublement périodiques de deuxième espèce ([1]). En multipliant notre série par une exponentielle dont l'exposant est une fonction linéaire de x et y, on aura une expression quadruplement périodique de seconde espèce avec quatre multiplicateurs arbitraires.

» 3. Enfin, si l'on veut former de la même façon des expressions quadruplement périodiques de troisième espèce, c'est-à-dire des expressions se reproduisant multipliées par une exponentielle de la forme

$$e^{ax+by+c}$$

quand on augmente x et y d'une paire de périodes, on obtient d'abord une classe particulière de ces fonctions par le procédé suivant. Employons les mêmes notations que ci-dessus, mais supposons

$$\beta = \gamma;$$

alors, si la série

$$\sum_{m,n=-\infty}^{m,n=+\infty} e^{mx+ny+\frac{1}{2}(m^2\alpha+2mn\beta+n^2\delta)} R_{m,n}$$

est convergente, elle définit une expression quadruplement périodique de troisième espèce qui se comporte comme une fonction Θ quand on ajoute à x et y des paires de périodes : en multipliant cette série par une exponentielle de la forme

$$e^{Ax^2+2Bxy+Cy^2+2Dx+2Ey},$$

on obtient une fonction un peu plus générale.

» Le procédé que nous venons d'employer nous donne des expressions quadruplement périodiques de troisième espèce particularisées par ce fait que la seconde période de l'une des paires de périodes est égale à la première de l'autre $(\beta = \gamma)$. Il y a lieu de croire que, si une fonction uniforme quadruplement périodique de troisième espèce ne change pas quand on augmente x ou y de $2\pi i$, ses deux autres paires de périodes peuvent, par des substitutions linéaires effectuées sur les deux variables x et y, être ra-

---

([1]) *Annales de l'École Normale*, 3e série, t. II; septembre 1885.

menées à remplir cette condition particulière ($\beta = \gamma$). C'est ce que nous espérons pouvoir démontrer prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les caractères cubiques et biquadratiques.* Note de M. **A.-E. Pellet.**

« P étant un nombre premier, q un diviseur de $P - 1$, soit $f(x) = 0$ l'équation aux q périodes des racines $P^{\text{ièmes}}$ de l'unité. La congruence $f(x) \equiv 0$, suivant le module premier p, a toutes ses racines réelles si p est résidu d'une puissance $q^{\text{ième}}$ suivant le module P. Cette congruence a des racines imaginaires (mod p), si p n'est pas résidu d'une puissance $q^{\text{ième}}$ (mod P); dans ce cas, elle peut en outre avoir des racines réelles, mais celles-ci sont toujours multiples.

» On déduit de là les caractères suivants :

» 1. $P - 1$ étant divisible par 3, soit $4P = l^2 + 27n^2$.

» Tout diviseur de l ou de n est résidu cubique suivant le module P.

» Les nombres 2, 3, 5, 7 ne sont pas résidus d'une puissance troisième suivant le mod P, s'ils ne divisent pas l'un des nombres l ou n. Les nombres 11 et 13 peuvent être résidus cubiques suivant le mod P, sans diviser l ou n; mais alors on a

$$l^2 \equiv 27n^2 \equiv 2P \quad (\text{mod } 11 \text{ ou } 13).$$

» 2. $P - 1$ étant divisible par 8, soit $P = a^2 + 16b^2$.

» Tout diviseur de b est résidu biquadratique (mod P).

» Tout facteur premier de a de l'une des formes $8k \pm 1$ est résidu biquadratique (mod P); tout facteur premier de a de l'une des formes $8k \pm 3$ est non-résidu biquadratique suivant le mod P.

» 3. $P - 1$ n'étant pas divisible par 8, mais étant divisible par 4, soit $P = a^2 + 4b^2$.

» Tout facteur premier de b de la forme $4m + 1$ est résidu biquadratique (mod P); tout facteur premier de b de la forme $4m - 1$ est non-résidu biquadratique (mod P).

» Tout facteur premier de a de l'une des formes $8k + 1$, $8k + 3$ est résidu biquadratique (mod P); tout facteur premier de a de l'une des formes $8k + 5$, $8k + 7$ est non-résidu biquadratique (mod P).

» 4. Les nombres 2, 3, 5 ne sont résidus quadratiques (mod. P) que s'ils divisent l'un des nombres a ou b, lorsque $P - 1$ est divisible par 4.

Les deux règles précédentes donnent donc leurs caractères biquadratiques suivant le mod P.

» Exemple :

$$193 = 7^2 + 16.3^2; \qquad 4.193 = 23^2 + 27.3^2.$$

» 3 est résidu 12e (mod 193), 7 résidu biquadratique, 23 résidu cubique (mod 193), 2 et 5 racines primitives (mod 193); enfin, 13 est résidu cubique et 11 non-résidu cubique (mod 193). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les peroxydes de cobalt et de nickel, et sur le dosage volumétrique de ces métaux*. Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Friedel.

« On sait que l'action de la potasse, combinée avec celle du chlore, du brome, de l'iode ou d'un hypochlorite alcalin, donne dans les solutions de cobalt ou de nickel des précipités noirs, grenus, presque absolument semblables d'aspect : cependant M. Herrenschmidt a fait observer ([1]) que le peroxyde de cobalt ainsi obtenu présente une teinte brune tandis que la teinte du peroxyde de nickel reste noire quand on l'examine au microscope.

» Si l'on opère la précipitation en employant l'eau oxygénée et la potasse, on obtient avec le nickel un précipité vert d'hydrate de protoxyde, comme avec la potasse seule; quant au cobalt, il fournit un précipité d'un brun assez clair, très facile à distinguer, à la simple vue, des peroxydes précédents.

» Frappé de cette différence d'aspect, j'ai fait une série d'essais pour m'assurer de l'état d'oxydation des métaux dans ces divers précipités. Cet examen offrait d'autant plus d'intérêt, au point de vue de l'analyse chimique, que presque tous les Ouvrages recommandent un procédé de dosage volumétrique (procédé de Fleischer) fondé sur l'uniformité de composition des précipités obtenus, soit avec le nickel, soit avec le cobalt, par l'emploi de la potasse et du brome ou d'un hypochlorite.

» Mes premiers résultats s'étant trouvés en désaccord avec cette manière de voir, j'ai cru nécessaire de renouveler les expériences et de les varier de plusieurs façons.

» Après addition du réactif oxydant et de la potasse, la liqueur est portée à l'ébullition pendant quelque temps, puis laissée en repos; le dépôt

---

([1]) *Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, 1888, p. 64.

est lavé par décantation à l'eau pure ou alcalisée; on achève sur un filtre ou bien on tient compte du liquide laissé avec le précipité, en soumettant au même essai un égal volume de la dernière liqueur décantée.

» Le poids du métal mis en expérience est connu d'avance, d'après le volume de la solution titrée que l'on a employée. La proportion d'oxygène disponible (en sus du protoxyde) est déterminée en versant dans la fiole, qui contient le précipité lavé, un excès d'iodure de potassium, et ensuite de l'acide chlorhydrique un peu dilué, laissant la dissolution s'achever à froid, puis dosant l'iode libre au moyen d'une solution titrée (décime) d'hyposulfite de soude, versée jusqu'à décoloration de la liqueur; on termine en ajoutant de l'amidon et versant une solution titrée (centime) d'iode jusqu'à coloration en bleu. Les essais par le sulfate ferreux ou par l'acide oxalique, et par le permanganate de potasse en liqueur sulfurique ne sont pas aussi précis, parce que la coloration rose due au cobalt empêche de distinguer nettement celle du permanganate.

» Les résultats de ces expériences, qui ont été très nombreuses, peuvent se résumer ainsi :

» L'oxyde brun, que l'on obtient en précipitant le cobalt par l'eau oxygénée et la potasse à l'ébullition, présente exactement la composition d'un sesquioxyde : Co^2O^3.

» L'oxyde noir de nickel, précipité par l'hypochlorite ou par le brome avec la potasse, répond aussi exactement à la formule du sesquioxyde Ni^2O^3.

L'oxyde de cobalt presque noir, obtenu par l'emploi de l'hypochlorite, du brome ou de l'iode, renferme toujours une proportion d'oxygène notablement plus grande que celle qui correspond au sesquioxyde. Au lieu de $Co^{10}O^{15}$, par exemple, les expériences ont donné, en moyenne, $Co^{10}O^{16}$ avec l'hypochlorite, $Co^{10}O^{16,25}$ avec le brome et, de même, $Co^{10}O^{16,25}$ avec l'iode. Si l'on remarque, d'une part, que les lavages ont été faits avec soin, de manière à ne pas laisser d'excès de réactif oxydant, et, d'autre part, que le précipité noir paraît réellement différent du précipité brun, formé par l'eau oxygénée, on sera conduit à penser qu'il se forme, dans ces conditions, un composé salin, renfermant un peu de bioxyde de cobalt avec du sesquioxyde. La composition du précipité donné par l'hypochlorite pourrait être représentée par la formule $2CoO^2, 4Co^2O^3$; celle du précipité obtenu par le brome ou par l'iode correspondrait sensiblement à $2CoO^2, 3Co^2O^3$.

» Au point de vue analytique, il est certain que l'on commet une erreur

importante en considérant ces précipités comme des sesquioxydes. Au lieu de compter, pour $1^{éq}$ d'oxygène disponible, $2^{éq}$ de cobalt, il ne faudrait compter que $1^{éq},67$ avec l'hypochlorite et $1^{éq},60$ avec le brome.

» Le nickel, au contraire, peut être très bien dosé volumétriquement, après emploi de ces mêmes réactifs, par la méthode indiquée plus haut.

» Le dosage du cobalt se fait tout aussi exactement, mais à la condition d'employer, comme réactifs, l'eau oxygénée et la potasse; l'opération est même plus facile que dans le cas précédent, parce que l'excès du réactif oxydant disparaît par l'ébullition même, ce qui n'a pas lieu avec les autres réactifs.

» Si les deux métaux se trouvent ensemble, on peut doser exactement le cobalt seul, après emploi de l'eau oxygénée et de la potasse, puisque le nickel n'est pas peroxydé. Plusieurs expériences synthétiques m'ont donné des résultats identiques pour une même quantité de cobalt, en présence ou en l'absence du nickel. J'ai vérifié aussi que l'ébullition avec de l'ammoniaque, en vue de détruire le peroxyde de nickel, s'il s'en était formé, ne changeait en rien le résultat final; il n'y a donc pas lieu d'y recourir. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les limites des erreurs que l'on peut commettre dans les essais d'or fin.* Note de M. **Paul Charpentier**, présentée par M. Troost.

« On sait que les essais d'or fin, fondés, d'une part, sur la coupellation de ce métal en présence de l'argent et du plomb et, d'autre part, sur le traitement de l'alliage par l'acide azotique, sont susceptibles d'un très haut degré d'exactitude. En général, on peut garantir le dosage de l'or par ce procédé à $\frac{3}{10000}$ près. Mais on ne peut espérer atteindre ce résultat qu'à la condition expresse de ne s'écarter en rien des diverses nécessités d'expérience, que l'usage a appris à connaître.

» J'ai cherché à déterminer dans quelles proportions chacune des prescriptions imposées à l'essayeur peut influencer les résultats, en un mot à quelles erreurs maxima on serait conduit si l'on négligeait l'une de ces prescriptions, tout en suivant les autres. Les chiffres que je vais donner constituent les résultats de trois cents essais environ que j'ai exécutés dans ce but, au laboratoire de la Monnaie. Chacun d'eux portait sur $\frac{1}{2}$ gramme d'or. Pour chaque série d'essais, j'ai préparé de l'or chimiquement pur. L'argent d'inquartation renfermait $\frac{24}{1000}$ de cuivre.

» Un témoin accompagnant chaque série d'essais était soumis à toutes les prescriptions d'expérience usitées.

» 1° La chaleur du moufle doit avoir une intensité spéciale; mais, si l'on passe l'essai à une température beaucoup trop élevée, il y a *perte* d'or variant de $\frac{15}{10000}$ à $\frac{35}{10000}$; moyenne $\frac{24}{10000}$.

» 2° Si l'on passe l'essai à une température trop basse, il y a *surcharge* variant de $\frac{5}{10000}$ à $\frac{8}{10000}$; moyenne $\frac{6}{10000}$.

» 3° Il a été employé le maximum de plomb des essais d'or, soit 17gr: il y a *perte* variant de 0 à $\frac{3}{10000}$; moyenne $\frac{2}{10000}$.

» 4° Il a été employé un minimum de 0gr,500 de plomb: il y a *surcharge* variant de $\frac{4}{10000}$ à $\frac{8}{10000}$; moyenne $\frac{6}{10000}$.

» 5° Il a été employé un grand excès d'argent, 5gr au lieu de 1gr,500: l'essai tombe en poudre; la *surcharge* varie de $\frac{6}{10000}$ à $\frac{15}{10000}$; moyenne $\frac{10}{10000}$.

» 6° Il a été employé au contraire 0gr,500 d'argent seulement: la *surcharge* peut atteindre le poids d'or essayé.

» 7° Le bouton de retour doit être recuit avec précaution. Si l'on supprime tout recuit et tout laminage, les essais tombent en poudre: il y a *perte* d'or variant de 0 à $\frac{25}{10000}$; moyenne $\frac{8}{10000}$.

» 8° Si le premier recuit est fait, au contraire, à une température maximum de 1200° environ, il y a *perte* d'or variant de 0 à $\frac{10}{10000}$; moyenne $\frac{3}{10000}$.

» 9° Si l'on supprime le laminage, les erreurs varient entre $\frac{10}{10000}$ de *surcharge* et $\frac{7}{10000}$ de *perte*.

» 10° Les essais sont laminés aussi minces que possible; dans ce cas, les traitements par les acides sont difficiles et tumultueux; il y a *surcharge* variant de 0 à $\frac{10}{10000}$; moyenne $\frac{6}{10000}$.

» 11° Si le second recuit qui suit le laminage est supprimé, les cornets alors sont très brillants au lieu d'être mats; il y a *surcharge* variant de $\frac{12}{10000}$ à $\frac{37}{10000}$; moyenne $\frac{25}{10000}$.

» 12° L'essai, ayant été laminé et recuit, est plissé dans les doigts sous forme de cornet hélicoïdal; il est recommandé de ne pas trop en serrer les spires. Si, au contraire, on serre énergiquement le cornet, il y a *surcharge* variant de 0 à $\frac{10}{10000}$; moyenne $\frac{4}{10000}$.

» 13° Le cornet est traité ensuite à chaud, successivement, par de l'acide azotique à 22°, puis à 32° (Baumé). Si, pour les trois traitements, on emploie de l'acide à 22°, il y a *surcharge* variant de $\frac{10}{10000}$ à $\frac{20}{10000}$; moyenne $\frac{13}{10000}$.

» 14° Si au contraire on emploie, pour les trois traitements, de l'acide à 32°, les cornets sont tous brisés et émiettés. Il y a *surcharge* variant de 0 à $\frac{5}{10000}$; moyenne $\frac{2}{10000}$ ».

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la phase initiale d'électrolyse.* Note de M. **Piltschikoff**, présentée par M. Lippmann.

« Quand on relie à une pile des électrodes formées d'un métal quelconque plongées dans une dissolution de son sel, on voit, en général, l'électrolyse commencer immédiatement, quelque petite que soit la force électromotrice de la source d'électricité.

» Mais, si l'on change la cathode en la remplaçant par un autre métal plus positif, on trouve, comme l'a indiqué M. Lippmann, qu'il faut appliquer à un tel élément une force électromotrice déterminée pour commencer l'électrolyse. Dans le cas d'électrodes en platine et cuivre dans une dissolution du sulfate de cuivre, il faut $\frac{1}{15}$ de daniell. Ce phénomène ne peut être prévu par la considération du travail chimique, lequel doit être nul pour le transport de cuivre d'une électrode à l'autre. Ce phénomène m'a paru ressembler aux réactions chimiques étudiées par M. Berthelot, qui exigent un travail préliminaire pour commencer [1].

» Ayant étudié ce phénomène du retard de l'électrolyse pour plusieurs couples des métaux, j'ai été conduit aux résultats suivants :

» Le minimum de la force électromotrice nécessaire pour provoquer immédiatement une électrolyse visible ne dépend entre certaines limites ni de la nature du sel ni de la concentration de la dissolution (or, zinc, sulfate de zinc; platine, cuivre, sulfate de cuivre, azotate de cuivre, or ou platine, argent, nitrate d'argent, chlorate d'argent); le minimum ne dépend pas sensiblement ni de la chaleur de combinaison des deux métaux, ni de leur force électromotrice de contact. Pour les trois couples ci-dessus il est égal à $0^{dll},036$ environ.

» Il dépend essentiellement de l'état physique de la surface de la cathode, lequel peut changer les nombres obtenus jusqu'à 20, même 25 pour 100 [2].

» Pour expliquer le phénomène du retard d'électrolyse, je pense qu'il faut avoir recours à la considération de l'énergie moléculaire des surfaces des électrodes.

» Soit q la quantité d'électricité qui transporte à travers l'électrolyte

---

(1) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 6.

(2) On trouve, par exemple, pour l'or, l'argent, le chlorate d'argent : $0^{dll},0352$, $0^{dll},0354$, $0^{dll},354$, $0^{dll},0355$..., et puis $0^{dll},0414$.

n molécules du métal. Pour détacher n molécules de la surface de l'anode il faut fournir un travail nQ_1; quand n molécules se déposent sur la surface de la cathode, elles produisent un travail nQ_2. En vertu du principe de conservation de l'énergie, il faut que, en désignant $\frac{q}{n}$ par A,

$$\varepsilon = A(Q_1 - Q_2), \tag{1}$$

où ε est la force électromotrice antagoniste entre les électrodes.

» Si les surfaces des deux électrodes sont formées du même métal et si l'état physique de ces surfaces est identique, le second membre de l'équation (1) est nul. Donc il n'y a pas, dans ce cas, un minimum de la force électromotrice nécessaire pour commencer l'électrolyse permanente. L'énergie du courant ne sert alors qu'à la production des phénomènes de Joule, de Peltier et de Thomson.

» L'expérience montre qu'il n'y a pas de minimum de la force électromotrice pour effectuer l'électrolyse dans un système : platine, or, chlorure d'or; il y a donc conservation de l'énergie moléculaire de l'or sur les deux électrodes.

» Mais, si l'état physique ou chimique de la cathode n'est pas identique avec celui de l'anode, deux cas peuvent se présenter.

» 1° Si $Q_1 > Q_2$, c'est-à-dire si l'énergie potentielle de la couche superficielle de l'anode est plus grande que celle de la couche formée par n molécules sur la surface de la cathode, on peut appliquer au système considéré une force électromotrice η contraire, mais moindre que $A(Q_1 - Q_2)$, et l'électrolyse commence néanmoins. Elle s'arrête quand le dépôt sera suffisant pour que l'on ait $\varepsilon - \eta = 0$. Tel est le cas de l'or, pris comme cathode du mercure et d'une dissolution de nitrate mercureux. On peut appliquer à ce système une force électromotrice contraire allant jusqu'à $0^{dll},029$.

» 2° Si $Q_1 < Q_2$, la force électromotrice pour effectuer le transport du métal doit être plus grande que $A(Q_1 - Q_2)$.

» Nous avons déjà remarqué que, pour les systèmes : Pt, Cu; Au, Zn; Au, Ag, elle est égale à $0^{dll},036$ environ. Cette égalité des forces électromotrices minima, pour les trois couples des métaux dont les propriétés chimiques et physiques sont très différentes, montre clairement où il faut chercher la cause de la différence sensible dans l'énergie potentielle du même nombre des molécules du métal placées sur l'anode ou sur la cathode.

» Cette différence des énergies me semble tenir à la différence des pressions moléculaires (considérées conformément à la loi de Laplace) dans la couche superficielle de l'anode et dans les parcelles déposées sur la cathode. L'expérience montre que dans les trois cas ci-dessus il n'y a presque pas d'adhérence entre le dépôt et la cathode : on peut le détacher en promenant simplement sur la surface de la cathode un pinceau. Le dépôt dans la première phase de sa formation se présente dans l'état pulvérulent, état auquel correspond en général une plus grande énergie potentielle.

» Il est facile de voir que, par la détermination de la force antagoniste à l'électrolyse dans le cas où le dépôt n'est pas adhérent, on peut calculer approximativement la chaleur de formation de 1^{eq} du métal en l'état cristallin. Pour le zinc, le cuivre et l'argent nous trouverons, d'après le nombre donné par M. Berthelot : 1^{volt} correspond à 23^{Cal}, que $0^{dll},036$ correspondront à $0^{Cal},895$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le transport électrique des sels dissous.* Note de M. **A. Chassy**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que, lorsqu'on électrolyse différentes sortes de mélanges liquides, on peut mettre en évidence plusieurs phénomènes de transport, au sein du liquide lui-même. Mais il est un cas particulièrement simple, c'est celui du transport d'un sel métallique non électrolysé, par exemple un sel de zinc dans un mélange de sels de cuivre et de zinc.

» Ce sel se transporte toujours, au travers du liquide, dans le sens du courant. On le reconnaît en séparant le mélange total en deux parties : après le passage du courant, le poids de sel non électrolysé a augmenté dans la partie qui baignait l'électrode négative, de la même quantité dont il a diminué dans l'autre partie. Il sera donc très commode, pour la conduite de l'expérience, d'interposer entre les électrodes une cloison poreuse; mais il faut bien remarquer qu'elle n'est pas nécessaire, c'est-à-dire que si on lui fait subir un changement quelconque ou si on la supprime, le transport ne change pas de valeur, en sorte que ce phénomène n'a rien de commun avec l'endosmose électrique.

» Il convient, en outre, de n'étudier que les mélanges de sels de même acide; car, autrement, tous les sels pouvant résulter de l'échange mutuel des bases et des acides existant en général dans la liqueur, on ne traiterait qu'une chose très compliquée. Je prends pour exemple un mélange de

sulfate de zinc et de sulfate de cuivre. Soient, sur 100 parties, p, p', P les poids de sulfate de zinc, de sulfate de cuivre et d'eau (les sels supposés anhydres).

» En partant d'une solution donnée contenant ces deux sels et étendant plus ou moins la liqueur, c'est-à-dire en laissant $\frac{p'}{p}$ constant, on constate que le transport est indépendant de la concentration. Soit q la quantité en grammes de sulfate de zinc transportée par un courant d'intensité et de temps de passage déterminés; et faisons $\frac{p'}{p}$ successivement égal à $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{7}$.

P..........	57	62	70	75	81
q..........	4,625	4,629	4,629	4,631	4,624
P..........	45	55	67	76	80,5
q..........	5,203	5,206	5,208	5,203	5,209
P..........	45	51	72	83	»
q..........	5,399	5,400	5,394	5,397	»

» On peut donc conclure que, puisque q ne varie qu'avec $\frac{p'}{p}$, c'est nécessairement une fonction de $\frac{p'}{p}$. On remarque que le transport augmente quand $\frac{p'}{p}$ diminue. Si l'on calcule $\frac{1}{q}$, par exemple pour les chiffres cités, on s'aperçoit que cette quantité augmente proportionnellement à $\frac{p'}{p}$ et qu'il peut toujours être posé

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{A}\left(1 + \frac{p'}{p}\right)$$

ou

$$q = \frac{pA}{p+p'};$$

A est une constante proportionnelle à l'intensité du courant et qui dépend de la nature du sel transporté. Cette formule aussi claire peut facilement s'énoncer sous forme de loi.

» Voici encore une curieuse remarque, qui n'est que la généralisation d'une de celles déjà annoncées. Soient deux sels, par exemple azotates de soude et de baryte, dont les poids sont dans un rapport constant, placés dans un mélange d'un nombre quelconque d'autres sels : les quantités transportées des deux premiers sels varieront en valeur absolue, mais leur rapport restera constant [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le glycolalcoolate de chloral.* Note de M. **de Forcrand**.

« Les travaux de Personne ont montré que le chloral s'unit à froid aux alcools monoatomiques (méthylique, éthylique, isopropylique, amylique) pour former des composés cristallisés dont la formule générale est

$$C^4HCl^3O^2, C^{2n}H^{2n+2}O^2.$$

» D'après M. L. Henry ([1]), lorsqu'on mélange le chloral avec d'autres composés à fonction alcoolique, tels que le glycol éthylénique, la glycérine, la monochlorhydrine du glycol, les chlorhydrine et bromhydrine de la glycérine, les lactate et tartrate d'éthyle, il se dégage une quantité de chaleur qui annonce une combinaison. Cependant ces derniers composés n'ont pas été obtenus sous forme de cristaux, mais seulement à l'état de liquides visqueux.

» J'ai préparé le glycolalcoolate de chloral $C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^4$ à l'état cristallisé, en unissant le chloral et le glycol à équivalents égaux, à la température ordinaire.

» Pour obtenir ce composé, on ajoute à 62^{gr} de glycol $147^{gr},5$ de chloral anhydre; le mélange s'effectue avec un dégagement de chaleur très sensible et donne un liquide homogène et visqueux, que l'on abandonne dans un vase bien bouché. Au bout de quelques jours, des cristaux se forment dans la masse, qui se change presque complètement, après plusieurs semaines, en un amas de cristaux durs et transparents.

» Cette combinaison répond à la formule $C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^4$.

Analyse.

	Calculé.	Trouvé.
Cl pour 100..........	50,84	51,03

» Elle est soluble dans l'eau et fond à $+42^{\circ}$ (exactement le point de fusion de l'éthylate de chloral, d'après M. Berthelot).

([1]) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* (1874), 2e série, t. XXXVII, p. 489.

» Sa chaleur de formation a été déterminée au moyen des données suivantes, obtenues vers $+15°$:

	Cal
Chaleur de dissolution du glycol ($1^{éq} = 5^{lit}$ d'eau)..............	+ 1,65
Chaleur de dissolution du chloral ($1^{éq} = 5^{lit}$ d'eau)..............	+12,01
Le mélange des deux liqueurs précédentes......................	— 0,05
Chaleur de dissolution des cristaux ($1^{éq} = 209^{gr},5 = 10^{lit}$ d'eau)...	— 1,79

d'où l'on déduit :

$$C^4HCl^3O^2 \text{ liq.} + C^4H^6O^4 \text{ liq.} = C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^4 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +15^{Cal},40$$

» La glycérine réagit aussi sur le chloral, à équivalents égaux, en dégageant de la chaleur; mais la masse visqueuse qui en résulte ne cristallise pas, même lorsqu'on l'abandonne pendant plusieurs mois en vase clos.

» La chaleur de formation ($+ 15^{Cal},40$) du glycolalcoolate de chloral $C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^4$ est plus grande que celle de l'hydrate et de l'éthylate ($+ 12^{Cal},10$ et $+ 14^{Cal},40$). Il est probable que le glycérinate fournirait un nombre un peu supérieur, si l'on pouvait le séparer à l'état cristallisé.

» Dans son Mémoire sur les combinaisons alcooliques du chloral, M. L. Henry annonce que la quantité de chaleur dégagée dans leur formation va en décroissant à mesure que le poids moléculaire de l'alcool augmente. Le dégagement maximum correspondrait donc à l'hydrate, et il serait moindre avec les alcools méthylique et amylique et avec les alcools à fonction mixte, que ce savant a plus spécialement étudiés. Les expériences de M. Berthelot prouvent cependant que la formation de l'éthylate dégage plus de chaleur ($+ 14^{Cal},40$) que celle de l'hydrate ($+ 12^{Cal},10$), et mes déterminations indiquent que la production du glycolalcoolate est encore plus exothermique ($+ 15^{Cal},40$). La règle générale posée par M. L. Henry ne se vérifie donc pas. Il est probable que, *dans une même série*, le dégagement de chaleur décroît, en effet, en même temps que le poids moléculaire augmente; par exemple, pour les alcools monoatomiques, de $C^2H^4O^2$ à $C^{10}H^{12}O^2$; du moins, cette hypothèse est conforme aux analogies [1]. Mais, lorsqu'on compare deux termes de deux séries, les différences sont indépendantes du poids moléculaire, comme il arrive pour les combinaisons basiques des alcools. En général, les alcools diato-

---

[1] C'est ainsi que l'addition d'une molécule d'alcool monoatomique aux glycérinates alcalins donne un dégagement de chaleur qui décroît, pour le même métal, à mesure que l'équivalent de l'alcool augmente.

miques fournissent des réactions plus exothermiques que les alcools monoatomiques, au moins lorsqu'on prend les composés qui en résultent sous des états physiques comparables, c'est-à-dire cristallisés. »

THERMOCHIMIE. — *Determination des chaleurs de combustion de la métaldéhyde, de l'érythrite et de l'acide tricarballylique.* Note de M. **Louguinine.** (Extrait.)

« Ces expériences ont été faites à l'aide de la bombe calorimétrique, dans des conditions identiques à celles qui ont déjà été publiées.

» A. *Chaleur de combustion de la métaldéhyde.* — J'ai déterminé jadis la chaleur de combustion de la paraldéhyde liquide. Il était intéressant de la comparer à celle de la métaldéhyde solide dont la formule, d'après les expériences de MM. Hanriot et Œconomidès (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXV; 1882) sur la densité de vapeur de cette substance, est également $3C^2H^4O$, la même que celle de la paraldéhyde.

» *Échantillon de Kahlbaum : Première série.* — 5 expériences ont donné, comme moyenne, pour 1^{gr} de substance comburée, $6078^{cal},0$.

» *Deuxième série.* — 4 expériences ont donné en moyenne $6085^{cal},4$; moyenne des deux séries, $6081^{cal},7$.

» *Échantillon donné par M. Hanriot.* — 6 expériences ont donné, comme moyenne, $6114^{cal},9$.

» La différence entre ce nombre et celui trouvé pour l'échantillon de Kahlbaum est de 0,54 pour 100.

» En prenant la moyenne des deux nombres $6098^{cal},3$ pour la chaleur de combustion de 1^{gr} de métaldéhyde, nous ne nous éloignons des données trouvées pour les deux échantillons que de 0,27 pour 100.

» Nous avons, pour la chaleur dégagée dans la combustion de 1^{mol} en grammes suivant l'équation

$$3C^2H^4O \text{ sol.} + 15O \text{ gaz.} = 6CO^2 \text{ gaz.} + 6H^2O \text{ liq} \ldots \quad 6098,3 \times 132 = 804976$$

à volume constant.

» A pression constante, la chaleur de combustion sera $805\,790^{cal}$. J'ai trouvé, pour la chaleur de combustion de 1 molécule en grammes de la paraldéhyde liquide (à pression constante), $813\,200^{cal}$, nombre supérieur à celui trouvé pour la métaldéhyde solide, de 0,91 pour 100.

La différence entre les chaleurs de combustion de ces corps est peu

considérable, et doit être attribuée probablement à ce que l'un est solide et l'autre liquide.

B. *Chaleur de combustion de l'érythrite* (analysée par moi). — Il a été dégagé, dans la combustion de 1^{gr} de cette substance, 4112^{cal},5 (moyenne de 6 expériences) pour 1 molécule en grammes suivant l'équation

$$C^4H^{10}O^4 \text{sol.} + 9O \text{gaz.} = 4CO^2 \text{gaz.} + 5H^2O \text{liq...} \quad -4112,5 \times 122 = 501725^{cal}.$$

L'étude de l'érythrite complète la série des chaleurs de combustion des alcools polyatomiques.

Nous pouvons comparer entre eux les alcools suivants :

	Chaleur de combustion.	Différences.
CH^3OH	169830^{cal}	
		113463
$C^2H^4(OH)^2$	283293	
		109162
$C^3H^5(OH)^3$	392455	
		109270
$C^4H^6(OH)^4$	501725	

C. *Acide tricarballylique* $\left\{\begin{array}{l} CH^2COOH \\ CHCOOH \\ CH^2COOH \end{array}\right\} = C^6H^8O^6$. — Cette substance ne se laisse pas comburer dans la bombe; la goutte d'oxyde de fer magnétique, tombant sur la pastille d'acide, y creuse une cavité, mais n'amène pas son inflammation. Pour arriver à la comburer, je place la pastille d'acide soigneusement pesée entre deux pastilles également pesées, d'une matière qui brûle avec un grand dégagement de chaleur, le bornéol du Dryobalanops, substance dont j'avais déterminé avec beaucoup de soin la chaleur de combustion.

» Sept expériences, très concordantes, ont donné comme moyenne pour 1^{gr} de cet acide 2940^{cal},9 et pour la chaleur dégagée dans la combustion de 1^{mol} en grammes :

$$C^6H^8O^6 \text{sol.} + 10\,O \text{ gaz.} = 6\,CO^2 \text{ gaz} + 4H^2\,O \text{ liq.....} \quad 2940^{cal},9 \times 176 = 517598^{cal}$$

à volume constant.

» J'ai trouvé que, dans la combustion de 1^{mol} en grammes de l'acide citrique (qui diffère de l'acide tricarballylique parce que un H est remplacé par OH), il y avait dégagement de 480100^{cal} (à pression constante), nombre tiré de la combustion de l'éther éthylique de cet acide.

» La diminution de la chaleur de combustion, comparée à celle de l'acide tricarballylique, est de 37498^{cal}. Du reste, la diminution de la chaleur de combustion d'un acide par suite du remplacement de H par OH est un fait général; ainsi la chaleur de combustion de l'acide lactique (acide oxypropionique) est moindre que celle de l'acide propionique, également de 37400^{cal}. Enfin, celle de l'acide oxyisobutyrique, de 44111^{cal}.

» On peut conclure de ces expériences que l'introduction de OH remplaçant H dans la formule des acides gras amène une diminution de leur chaleur de combustion, variant de 37500^{cal} à 44000^{cal}. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action pathogène d'un microbe trouvé dans l'urine d'éclamptiques.* Note de M. **Émile Blanc**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a deux ans, nous avons déjà fait quelques recherches à ce sujet. Deux lapines ont été inoculées avec un microbe isolé des urines d'une éclamptique, l'une sous les méninges, l'autre dans le sang. La première lapine a succombé en présentant des accidents convulsifs; la seconde a eu de la néphrite infectieuse.

» Nous avons repris les mêmes expériences cette année.

» Une goutte des urines d'une deuxième éclamptique, recueillies avec beaucoup de soin (sonde en verre plombée, lavage du méat avec un tampon de coton imprégné de sublimé, etc.), a été ensemencée dans deux tubes de gélatine n°s 0 et 1 par la méthode d'Esmarch. Dès le lendemain, de nombreuses colonies rondes, blanc bleuâtre, s'étaient développées, offrant toutes les mêmes caractères et contenant le même micro-organisme : bacille fin, très mobile de 1μ à 2μ, ayant à son centre un point plus foncé simulant un noyau. L'une de ces colonies fut ensemencée sur de la gélatine par stries, puis dans du bouillon stérilisé. C'est cette dernière culture, renouvelée selon les besoins, qui nous servit pour les inoculations. Dans une veine auriculaire d'une première lapine ayant subi l'approche du mâle depuis une dizaine de jours, nous injectâmes $1^{cc},5$ d'un bouillon de culture fait depuis quarante-huit heures. Une heure après, l'animal présentait des phénomènes convulsifs d'une intensité exceptionnelle, puis succombait.

» Une seconde lapine, inoculée avec des doses faibles du même bouillon (une à deux gouttes), n'eut que des accidents locaux (œdème inflammatoire dur, suivi de gangrène) et des phénomènes généraux légers. Avec une plus grande quantité de bouillon de culture (1^{cc} ou 2^{cc}), nous inoculâmes deux autres lapines gravides, qui prirent des accidents convulsifs graves, l'une d'elles au moment d'un cathétérisme, et succombèrent. La première de ces lapines mettait bas sept petits, une demi-heure avant la

crise. Les autres lapines non gravides, que nous traitâmes de la même façon, ou qui subirent simplement une injection dans le tissu cellulaire sous-cutané, eurent toutes les accidents inflammatoires locaux déjà présentés par une première lapine, et devinrent réfractaires à des doses plus fortes de virus. Trois des lapines inoculées ont eu très nettement de l'albuminurie; l'une des lapines gravides avait même de nombreux leucocytes et des cylindres dans les urines, auxquels symptômes succéda de l'anurie. Des inoculations en série (ensemencement du sang de l'oreillette gauche) ont provoqué les mêmes phénomènes : accidents généraux mortels; accidents locaux. La chienne et le chien inoculés dans la veine jugulaire avec 2^{cc} et 3^{cc} de bouillon de culture présentèrent aussi, durant douze et vingt-quatre heures, des spasmes convulsifs bien caractérisés. L'autopsie de la femelle de cobaye gravide, inoculée à deux reprises dans le péritoine et dans la veine jugulaire, révéla des lésions anatomiques profondes. Le rat succomba aussi rapidement.

» En résumé, il semble résulter de nos expériences qu'il existe chez les éclamptiques un microbe pathogène ayant une action convulsivante, surtout sur les femelles d'animaux gravides, et pouvant aussi déterminer des phénomènes locaux particuliers. »

PHYSIOLOGIE. — *De la transfusion péritonéale et de la toxicité variable du sang de chien pour le lapin*. Note de MM. **J. Héricourt** et **Ch. Richet**, présentée par M. Verneuil.

« I. En répétant nos expériences de transfusion péritonéale, nous avons vérifié ce fait connu, que le sang d'animaux d'espèces différentes, injecté à une même espèce animale, est différemment toxique. Le sang de chien est pour les lapins toxique à une dose de 40^{gr} [1]. Le sang de canard est toxique à une dose voisine de 7^{gr}. Le sang d'anguille l'est bien plus encore, car il suffit de $0^{gr},5$ pour tuer un lapin; nous avons vérifié ce fait, récemment indiqué par M. A. Mosso. Enfin nous avons vu que la dose toxique de sang de chien, non plus transfusé dans le péritoine, mais injecté dans le système vasculaire du lapin, est de 5^{gr} seulement [2].

» Chez les cobayes, le sang de chien injecté dans le péritoine est plus

(1) Voir *Comptes rendus*, 5 novembre 1888. Dans notre Note précédente, nous donnions les quantités de sang transfusé en poids absolu, tandis qu'ici tous nos chiffres sont relatifs à 1^{kg} de lapin. La plupart de nos lapins pesaient de 1600^{gr} à 2800^{gr}; en moyenne 2250^{gr}.

(2) C'est à ce chiffre que vient d'arriver M. Hayem (*Comptes rendus*, 25 février 1889, p. 415).

toxique que chez le lapin. Sur 25 transfusions péritonéales de sang de chien à des cobayes, la mort est survenue, sauf une exception, chaque fois que la dose a dépassé 25gr (par kilogramme), soit avec des doses de 63gr, 51gr, 42gr, 38gr, 36gr, 33gr. Il y a même eu des morts avec des doses de 20gr et de 17gr.

» II. Dans nos expériences de transfusion péritonéale du sang de chien à des lapins, il faut distinguer, parmi les causes de mort, les causes opératoires et la cause toxique.

» Sur 139 transfusions, il y a eu mortalité opératoire sur 8 lapins, soit 6 pour 100.

Perforation de l'intestin	1
Perforation de la vessie	1
Péritonite et septicémie	2
Mort par étranglement intestinal du huitième au vingtième jour [1]	4

» Sur les 131 autres transfusions, il n'y a pas eu de mortalité *opératoire*, mais une mortalité due aux qualités toxiques du sang de chien sur le lapin.

Nombre d'expériences.	Dose de sang injectée par kilogramme.	Survie définitive pour 100.	Mortalité	
			immédiate, c'est-à-dire en moins de 24 heures pour 100.	secondaire, c'est-à-dire entre 48 heures et 2 semaines.
IX	de 50gr à 78gr	0	70	30
XIX	de 40 à 49	56	22	22
XX	de 30 à 39	80	0	20
XLI	de 20 à 29	90	3	7
XLII	de 5 à 19	100	0	0

» Il ressort de ce Tableau, résumant nos 131 expériences, que la dose toxique de sang de chien pour le lapin, soit immédiatement, soit à longue échéance, est variable. Un lapin a survécu onze jours à une transfusion de 59gr; un autre, après transfusion de 70gr, a vécu trois jours, alors que presque toujours ces fortes doses déterminent la mort en quelques heures.

---

(1) Dans ces quatre cas, un noyau de fibrine non résorbée avait comprimé et étranglé l'intestin, de manière à provoquer un abcès limité au niveau de l'intestin ulcéré et aminci.

10 lapins ont survécu à des doses de 50^{gr}, 49^{gr}, 45^{gr}, 44^{gr}, 43^{gr}, 42^{gr}, 41^{gr}, 40^{gr}, 40^{gr} et 40^{gr} de sang; tandis que 4 sont morts en moins de vingt-quatre heures après transfusions de 44^{gr}, 44^{gr}, 40^{gr} et 40^{gr} de sang.

» III. Assurément ces différences sont imputables en partie à la variabilité des lapins transfusés (résistance organique variable, absorption plus ou moins rapide, etc.). Mais c'est surtout, pensons-nous, la variabilité du chien transfuseur qui est en jeu. L'expérience suivante met bien en évidence la toxicité du sang provenant de chiens différents. Le 4 janvier, 12 lapins sont tranfusés : 4 avec du sang d'un chien à jeun depuis six jours; 4 avec du sang d'un chien nourri exclusivement avec de la viande; 4 avec du sang d'un chien nourri avec du pain. Le 16 janvier, 2 des lapins du premier lot étaient morts : nulle mort pour les deux autres lots. Soit 100 le poids, au 4 janvier, de chacun de ces trois lots de lapins ; il était, le 16 janvier, de 42 pour le premier lot (chien à jeun), 105 pour le second lot (chien à la viande), 92 pour le troisième lot (chien au pain).

» En suivant la courbe des poids quotidiens, on voit bien que les sangs des différents chiens sont de qualité différente. En général, un lapin transfusé perd beaucoup de son poids pendant les trois ou quatre premiers jours qui suivent la transfusion; et il lui faut près de huit jours pour qu'il revienne à son poids primitif. Mais, avec le sang de certains chiens, quelle que soit la dose injectée, le retour au poids primitif est bien plus lent, et dure près de trois semaines.

» IV. Cette variabilité dans les qualités toxiques du sang, chez les individus de même espèce, est très probablement d'origine chimique, quoique, en l'état actuel, la Chimie ne puisse en donner l'explication adéquate. Il faut admettre qu'il y a, dans le sang, des ferments solubles toxiques, produits en quantités variables, soit par des microbes accidentels, soit par les tissus normaux.

» Ces poisons sont partiellement détruits par les ferments digestifs, quand ce sang est ingéré dans l'estomac. Nous avons fait 18 transfusions stomacales de sang de chien à des lapins. Six fois la dose dépassait 50^{gr}. Nous avons eu 2 morts avec des doses de 213^{gr} et de 85^{gr}. Les quatre autres lapins ont survécu aux doses de 70^{gr}, 65^{gr}, 58^{gr} et 52^{gr} : chiffres qui sont bien supérieurs aux doses toxiques du sang transfusé dans le péritoine ([1]). »

([1]) Travail du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Détermination des espèces animales aptes à contracter, par contagion spontanée et par inoculation, la pneumo-entérite infectieuse, considérée jusqu'à présent comme une maladie spéciale du porc.* Note de M. **V. Galtier**, présentée par M. A. Chauveau.

« Chargé par M. le Ministre de l'Agriculture d'aller étudier dans les Basses-Alpes une épizootie qui sévissait sur les moutons, j'avais, à la date des 12 et 13 janvier dernier, reconnu qu'il s'agissait de la *pneumo-entérite,* qui avait été transmise du porc aux animaux de l'espèce ovine. Chez trois propriétaires, la maladie avait été importée par deux jeunes porcs récemment achetés, qui étaient tombés malades peu de temps après leur arrivée. Les moutons de ces trois propriétaires s'étaient infectés en vivant en promiscuité avec les porcs malades, et de nombreux cas de mort s'étaient produits. Les troupeaux de deux autres propriétaires s'étaient contaminés, soit par les rapports qu'ils avaient eus aux pâturages avec ceux que la maladie décimait, soit en fréquentant un lieu où avait été traîné et enfoui le cadavre d'un porc mort de la pneumo-entérite. Un porc seulement, sur sept qui avaient été malades, avait succombé; les autres s'étaient rétablis ou étaient en voie de rétablissement. Cinquante-cinq moutons étaient morts déjà lors de ma mission; il en restait encore quelques-uns qui toussaient; un fut sacrifié et présenta des lésions qui me confirmèrent dans l'idée que j'avais émise, d'une transmission de la pneumo-entérite du porc au mouton. Des préparations et des cultures faites avec le produit de ces lésions donnèrent une nouvelle confirmation à mon diagnostic; et, dans un premier Rapport à M. le Ministre, je concluais très catégoriquement à l'existence de la pneumo-entérite sur le mouton; en même temps, je faisais observer que cette affection semblait plus grave pour les animaux de l'espèce ovine que pour ceux de l'espèce porcine.

» Dans un second Rapport, que j'ai adressé dernièrement à l'Administration, j'ai rendu compte d'expériences qui établissent péremptoirement l'exactitude scientifique de mes premières conclusions.

» Des cultures ensemencées dans les Basses-Alpes avec les lésions du mouton et des cultures issues de celles-là ont donné la pneumo-entérite au cobaye et au lapin; le virus a été cultivé de cobaye à cobaye, puis reporté sur le porc et sur le mouton. Deux

jeunes porcs, inoculés l'un avec une culture dérivée de celles qui avaient été faites dans les Alpes, l'autre avec le sang d'un cobaye tué par une culture, ont eu les symptômes de la pneumo-entérite : ils ont toussé, jeté par le nez, ils ont eu de la fièvre, de l'inappétence, des frissons, des coliques, des taches rouges sur le corps, etc.; tous les deux ont résisté et sont en voie de rétablissement.

» Le 1er mars, ayant rencontré, à l'abattoir de Lyon, un porc qui présentait les lésions de la pneumo-entérite en voie de guérison, je me suis servi des ganglions bronchiques pour faire des préparations, des cultures et des inoculations en vue de comparer leurs résultats à ceux donnés par les expériences faites avec les cultures rapportées des Basses-Alpes. Dans les deux cas, les préparations et les cultures ont montré la même bactérie; et les inoculations ont donné les mêmes résultats, les mêmes symptômes, les mêmes lésions, la même maladie en un mot, sur les cobayes, les lapins, les poules, les pigeons, les chiens, les moutons et les chèvres. Les deux virus, inoculés comparativement à plusieurs séries d'animaux appartenant aux espèces qui viennent d'être énumérées, les ont fait périr de la même affection. Outre un nombre considérable de cobayes et de lapins, de poules et de pigeons, huit moutons, quatre chèvres et quatre chiens ont été soumis à l'action de ces deux virus. Tous ces animaux ont succombé en présentant les symptômes et les lésions de la pneumo-entérite; tous ont montré dans leur sang et dans leurs divers organes les mêmes bactéries. Les moutons et les chèvres ont présenté les symptômes qui avaient été observés sur les troupeaux des Basses-Alpes; on a observé sur ces animaux des rougeurs aux régions fines de la peau, des signes de maladie de poitrine et d'entérite, du ballonnement, etc. Les lésions ont été particulièrement remarquables par leur constance, par leur généralisation et par leur caractéristique dominante : l'exsudation. Tous les inoculés sont morts rapidement comme ceux des Basses-Alpes; tous ont présenté, entre autres altérations, une violente congestion de la face interne de la peau, avec des plaques plus foncées dans certaines régions, une non moins vive congestion du système ganglionnaire, une inflammation exsudative du péritoine et des plèvres, avec épanchement de liquide dans les cavités péritonéale et pleurale et avec formation de pseudo-membranes, des lésions d'entérite et de broncho-pneumonie fibrineuse. Les chiens ont présenté des lésions de même ordre, surtout de l'entérite et de la pleuro-pneumonie.

» Tout récemment, j'ai reçu de la Loire des lésions de pneumo-entérite provenant d'un jeune porc; et avec cette troisième source de virus j'ai obtenu les mêmes résultats qu'avec les deux précédentes : j'ai transmis la maladie au cobaye, au lapin, au mouton et à la chèvre.

» Je fais, en ce moment, des tentatives pour transmettre la maladie à l'espèce bovine et aux solipèdes; et, si j'en juge par des faits d'observation que j'ai déjà recueillis, il est permis de penser qu'elles aboutiront à un résultat positif. Je m'occupe également de rechercher si certaines affections qui sévissent à certains moments, et dans certaines régions, sur les moutons, sur les chèvres et sur les bovins, ne se rattacheraient pas à la pneumo-entérite; j'ai surtout en vue, dans ces investigations, une maladie de la

chèvre qui a été décrite sous le nom de *bou-frida*, qu'on a parfois regardée comme étant la péripneumonie contagieuse, et qui a occasionné des pertes considérables dans certains troupeaux; j'ai également en vue une maladie de l'espèce bovine qui, par les lésions pulmonaires qu'elle détermine, ressemble beaucoup à la pneumo-entérite; j'ai d'ailleurs observé dans la même ferme la maladie du porc et celle des animaux bovins.

» En résumé, la pneumo-entérite, visée par le décret du 28 juillet 1888 sur la police sanitaire comme une maladie qui serait spéciale à l'espèce porcine, est transmissible par inoculation et par rapports directs ou indirects, non seulement aux petits animaux tels que le cobaye, le lapin, les oiseaux de basse-cour, mais encore au chien, au mouton, à la chèvre et très vraisemblablement aux animaux de l'espèce bovine. Elle est beaucoup plus grave pour le mouton et pour la chèvre que pour le porc. Il est donc absolument indiqué de prendre des mesures pour empêcher tous rapports entre les porcs malades et les autres animaux, dans les fermes où sévit cette affection; il est enfin urgent d'étendre aux espèces précitées les mesures applicables à l'espèce porcine et de modifier en conséquence le régime établi par le décret du 28 juillet. »

ANATOMIE. — *Sur les homologies des lobes inférieurs du cerveau des Poissons.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Lorsqu'on examine le cerveau des Poissons par sa face inférieure, on y remarque la présence de deux lobes arrondis, assez développés chez la plupart des types et placés sur les côtés ou en arrière de la tige pituitaire. Ils sont presque toujours séparés l'un de l'autre par un sillon longitudinal dont la profondeur est variable et qui, parfois même, se trouve à peine indiqué. Tantôt ces lobes sont pleins, tantôt ils sont creusés d'une petite cavité qui communique avec l'infundibulum.

» Quelle est la signification de ces parties? Plusieurs zoologistes ont regardé les lobes inférieurs comme propres aux Poissons et sans homologues chez les autres Vertébrés. Vicq d'Azyr et Treviranus les assimilaient aux tubercules mamillaires; plus tard, on a voulu y voir les représentants des corps striés, puis des couches optiques. Enfin, revenant à d'anciens aperçus de Carus, Baudelot les a considérés comme des dépendances de l'infundibulum; s'inspirant de cette idée, on les a surtout décrits depuis lors

comme des formations émanant du *tuber cinereum*. Cette conclusion se rapproche de la vérité, mais je crois qu'on peut préciser davantage.

» La situation exacte des lobes inférieurs ne saurait être maintenant l'objet d'aucun doute : leurs rapports avec l'hypophyse, la communication qui s'établit entre leur cavité (quand elle existe) et l'infundibulum, permettent déjà de la déterminer assez rigoureusement. La démonstration est encore plus évidente lorsqu'on interroge les origines nerveuses : on sait que, chez les Vertébrés supérieurs, l'origine du nerf oculo-moteur commun se trouve au delà du troisième ventricule, dans la région de l'aqueduc de Sylvius ; or, chez les Poissons, on voit naître ce nerf en arrière des lobes inférieurs, qui s'affirment donc clairement comme des dépendances du cerveau intermédiaire.

» La structure des lobes inférieurs est moins connue et plus instructive. Cette structure est mixte, car elle comprend de la substance grise et de la substance blanche ; en outre, le diverticule ventriculaire est revêtu d'une couche épithéliale qu'il suffit de mentionner.

» La substance grise diffère suivant qu'on l'examine vers sa périphérie ou dans sa région centrale. A la périphérie, on trouve des cellules multipolaires, de dimensions variables. Elles deviennent rares vers le centre, qui est surtout constitué par des cellules fusiformes et mesurant en moyenne 26μ de long sur 9μ de large. Souvent ces éléments sont beaucoup plus petits et peuvent même revêtir l'ancienne forme myélocyte, caractérisée par le grand développement du noyau et par l'extrême réduction du protoplasma somatique. On a récemment cru pouvoir décrire dans l'encéphale des Poissons « des myélocytes qui sont des noyaux libres pourvus de pro- » longements délicats ». Ces prétendus myélocytes des Poissons représentent de vraies cellules constituées ainsi que je viens de le rappeler, et comme j'ai pu l'établir par l'histologie comparée des types les plus dissemblables au point de vue zoologique [1].

» Quant à la substance blanche, elle est formée de fibres groupées en faisceaux dont la signification et la direction sont très différentes : les uns sont d'origine pédonculaire ou commissurale; les autres concourent à former partiellement les racines du nerf optique.

» L'ensemble ainsi défini est-il absolument nouveau, comme l'admettent les auteurs; doit-on y voir des productions spéciales du *tuber cinereum*, ou au contraire possède-t-il son homologue chez les Vertébrés supérieurs, tels

---

[1] *Comptes rendus*, 10 septembre 1888.

que les Mammifères? Cette dernière opinion me paraît seule pouvoir être acceptée. Si l'on examine attentivement le *tuber cinereum* des Mammifères, vers le point où il est recouvert par les bandelettes optiques, on trouve sur les côtés, ou légèrement en arrière, deux petits ganglions dont la constitution rappelle singulièrement celle des lobes inférieurs des Poissons. Comme dans ces lobes, on y rencontre de la substance grise et de la substance blanche : la substance grise offre des cellules fusiformes au centre et des cellules multipolaires à la périphérie; dans la substance blanche, se distinguent des fibres réunies pour former une petite racine optique émanant de ce ganglion, comme la racine optique signalée plus haut émane du lobe inférieur.

» Il serait difficile d'établir plus complètement l'identité de ces parties. Non seulement ces formations ne sont pas spéciales, mais elles ne peuvent être considérées comme des productions nouvelles et exceptionnelles du *tuber cinereum*. En réalité, elles ne possèdent pas cette signification et ne sont aucunement caractéristiques des Poissons, car leurs homologues existent nettement chez les Vertébrés les plus élevés en organisation. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des eaux douces du Groenland*. Note de MM. **Jules de Guerne** et **Jules Richard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« M. Charles Rabot, au cours d'un voyage accompli durant l'été de 1888 sur le transport danois *Hvidbjörn*, a fait des recherches zoologiques dans les eaux douces de divers points du Groenland. Un certain nombre de mares tourbeuses occupant de petites dépressions du gneiss ont été explorées aux environs des colonies de Godhavn et de Jakobshavn. La plupart sont alimentées uniquement par la fonte des neiges. M. Ch. Rabot a exécuté en outre une série de pêches littorales dans le lac voisin de la colonie d'Egedesminde (baie de Disko). Enfin, une pêche pélagique a pu être faite dans le Tasersuak de Julianehaab (60°45′ lat. N.). La longueur de cette nappe est de 6^{km} et, dans sa partie méridionale, sa largeur ne dépasse guère quelques centaines de mètres. La pêche a été faite en kayak [1] par un Eskimo, à 300^{m} au moins du rivage, sous les yeux de M. Rabot.

---

[1] Cette embarcation est la seule que l'on puisse transporter sur ces eaux, et l'on sait qu'en dehors même de la difficulté que présente le maniement du kayak il est impossible aux Européens d'y monter, à cause de la longueur de leurs jambes.

» L'examen des matériaux recueillis permet de signaler environ vingt-cinq espèces, parmi lesquelles les *Crustacés* occupent le premier rang par le nombre des formes et la quantité des spécimens.

» Deux Phyllopodes : *Branchinecta paludosa* O.-F. Müller et *Lepidurus glacialis* Kröyer, depuis longtemps signalés au Groenland, paraissent assez répandus aux environs de Godhavn et de Jakobshavn. Dans ces localités, comme dans les régions chaudes et tempérées, on rencontre le plus souvent les Phyllopodes dans de très petites mares, qui peuvent même disparaître pendant la majeure partie de l'année.

» Les Cladocères sont représentés dans les pêches par les types suivants : *Polyphemus pediculus* Linné, *Holopedium gibberum* Zad., *Daphnia longispina* Leyd. var., *Daphnia* sp.?, *Scapholeberis mucronata* O.-F.M., *Bosmina arctica* Lillj., *Eurycercus glacialis* Lillj., *Acroperus leucocephalus* Koch, *Alona affinis* Leydig, *Pleuroxus excisus* Fisch., *Pl. nanus* Baird, *Chydorus sphæricus* Jur. L'espèce la plus répandue paraît être *B. arctica,* forme encore inédite, et que le Professeur Lilljeborg regarde comme très voisine de *B. brevirostris* P.-E. Mul. *B. arctica* se trouve dans tous les points explorés (sauf dans le lac d'Egedesminde), aussi bien dans les petites mares que dans la pêche pélagique du Tasersuak. Les mâles se montrent en assez grand nombre avec les femelles dès la fin de juillet. *Polyphemus pediculus,* fréquent dans les mares de Godhavn et de Jakobshavn ne se trouve au milieu du Tasersuak qu'en exemplaires isolés. Par contre, *D. longispina* ne se trouve que dans cette dernière localité, où ce Cladocère constitue, avec *Diaptomus minutus* et divers Rotifères, l'élément principal de la faune pélagique. *Holopedium gibberum* n'est représenté que par un exemplaire pris à Godhavn et quelques autres pêchés dans le lac d'Egedesminde. Il est intéressant de retrouver au Groenland, au niveau de la mer, dans des eaux d'étendue restreinte et de faible profondeur, ce Cladocère considéré jusqu'ici comme exclusivement propre à la zone pélagique des grands lacs de montagne [1].

» *Eurycercus glacialis,* décrit en 1887 par Lilljeborg, d'après des exemplaires provenant des îles du Commandeur (détroit de Behring), n'était connu qu'en ce point. Il paraît très fréquent aux environs de Godhavn et de Jakobshavn. C'est là probablement une forme circompolaire qui représente dans l'extrême nord *E. lamellatus* si répandu en Europe.

» Les Copépodes sont représentés par deux espèces : *Cyclops viridis* Fisch., trouvé dans les eaux d'une certaine étendue, mais également rare dans le lac d'Egedesminde et dans le Tasersuak. Cette forme est d'ailleurs cosmopolite. *Diaptomus minutus* Lillj. est très fréquent dans tous les points explorés, en particulier dans le Tasersuak. Ce Calanide est remarquable par sa petite taille; c'est une forme encore inédite, trouvée déjà au Groenland par Holst et Nystrom. Ce dernier l'avait également rencontré à Terre-Neuve. Nous l'avions nous-mêmes reconnu dans des pêches faites en 1888 aux environs de Saint-Jean, par les soins de M. Riballier des Isles, consul de France à

---

[1] En 1885, M. Ch. Rabot a pris de nombreux *Holop. gibberum* dans des lacs de la péninsule de Kola (Imandra, etc.) (Laponie russe).

Terre-Neuve. Comme *Eurycercus glacialis,* ce Calanide sera sans doute découvert dans un grand nombre de localités de la zone arctique.

» Les Rotifères suivants vivent en assez grand nombre dans le lac d'Egedesminde : *Triarthra longiseta* Ehr., *Asplanchna helvetica* Im., *Anuræa cochlearis* Gosse, *A. longispina* Kell., *Conochilus volvox*? Ehr. Toutes ces espèces, sauf la dernière, se rencontrent également dans le Tasersuak, où *A. helvetica* est extrêmement commun. La présence de ces animaux est signalée ici pour la première fois au Groenland, où l'on ne connaissait encore qu'un petit nombre de Rotifères recueillis sur les algues par Levinsen (1).

» Enfin nous devons rappeler la capture aux environs de Godhavn, dans une mare de 3cm ou 4cm de profondeur alimentée par la fonte des neiges, d'un Coléoptère considéré comme très rare, *Colymbetes dolabratus* Payk., var. *groenlandicus* Aubé, au sujet duquel le Dr Régimbart a publié dernièrement une Note critique (2).

» En résumé, la faune des eaux douces du Groenland, tout en offrant plusieurs points de ressemblance avec celle du reste de l'Europe, en diffère par la présence de types spéciaux.

» Les recherches de M. Ch. Rabot ont augmenté nos connaissances sur les Cladocères, les Copépodes et les Rotifères du Groenland, complétant ainsi les travaux de Kröyer, Morch, Levinsen, Lilljeborg. Elles sont aussi d'un grand intérêt au point de vue de la géographie zoologique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie du Peuplier pyramidal.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Duchartre.

« La maladie qui sévit depuis bien des années sur le Peuplier pyramidal, en Lorraine et sur d'autres points, a sa cause déterminante, non pas dans un affaiblissement constitutionnel de l'espèce, ni dans l'action des hivers rigoureux, mais dans l'invasion d'un Champignon parasite du genre *Didymosphæria*.

» Au printemps, une tache brune unilatérale indique, sur les jeunes rameaux des branches basses, le niveau envahi par le mycélium issu des ascospores. Plus tard, toute la portion qui surmonte la tache primitive noircit et s'incurve. Les bourgeons inférieurs se développent en pousses qui, au prin-

---

(1) M. Ch. Rabot a recueilli les mêmes Rotifères dans l'Imandra, en 1885. Ils n'ont jamais été signalés à une latitude aussi élevée.

(2) *Bull. Soc. entom. France;* séance du 23 janvier 1889.

temps suivant, ayant atteint le plan de la partie malade, seront fatalement infectées, grâce au mode spécial d'éjaculation des spores. Le Champignon gagnera en hauteur, provoquant la formation de nouveaux rameaux. Tous les apports nutritifs étant consommés dans la région malade, tant par le parasite que par les branches adventives, l'arbre s'épuise : la cime se dessèche avant que le Champignon l'ait atteinte et la région attaquée peut paraître la plus vigoureuse. On comprend par là que plusieurs observateurs se soient égarés sur une fausse piste à la recherche de l'agent pathogène. Pourtant l'attaque d'un grand nombre de rameaux entraîne la mort de la branche qui les porte.

» Le mycélium se pelotonne sous l'épiderme et produit des pycnides et des périthèces, qui refoulent de la même façon l'écorce en dedans et se nichent entre les cellules noires et contractées. Dès le mois de mai, les pycnides déchirent l'épiderme et répandent des stylospores elliptiques, hyalines, longues de 5^{μ}-6^{μ} sur 2^{μ}-$2^{\mu},5$ et munies d'une sporidiole. Les stylospores émettent immédiatement un ou deux tubes, terminaux ou latéraux, abondamment cloisonnés. Les pycnides rappellent le *Phoma salicina*.

» Les périthèces se montrent presque en même temps que les pycnides; ils leur sont d'abord mélangés, mais bien distincts par leur contenu; peu à peu ils deviennent prédominants; en hiver et au premier printemps, ils persistent seuls. Ils sont toujours disséminés sans ordre, bien qu'à la fin assez serrés, parfois géminés. Il n'y a point de stroma. Dans les premiers jours de juin, on distingue les jeunes asques; les spores sont bien formées au milieu de juillet et quelques-unes ont acquis leur aspect définitif en septembre. Toutefois, nous n'avons pu en obtenir la germination à cette époque. Les périthèces hivernent sur les ramuscules mortifiés. Au mois de mars, ils expulsent spontanément les spores mûres, tandis que l'on trouve encore des asques à tous les stades du développement.

» Les périthèces sont sphériques et ne dépassent pas un cinquième de millimètre. Ils ont des parois membraneuses, un orifice arrondi, étroit, sans papille. Les asques dressés sont entremêlés de paraphyses grêles, irrégulièrement rameuses, dont les parois se gélifient. Ils comprennent un court pédicelle et un sac sporogène renflé à la base, mesurant 85^{μ} sur 28^{μ} dans la plus grande largeur. Leur membrane présente une zone externe rigide, qui se prolonge sur le pédicelle en une couche très délicate et perméable, et une zone interne gélifiable. Un épiplasma granuleux entoure les spores. Celles-ci sont irrégulièrement entassées sur deux rangs dans la portion dilatée, en file unique au sommet. Les ascospores atteignent 22^{μ} sur 14^{μ}; elles sont d'un brun assez clair, à paroi lisse et dépourvue d'enveloppe muqueuse; elles ont deux cellules inégales, séparées par un profond étranglement à la maturité. La grande cellule, plus granuleuse que l'autre et munie d'une vésicule claire, difficilement visible, est dirigée en avant.

» Si les asques mûrs baignent dans l'eau, ils absorbent beaucoup de liquide par le pied. En même temps, les paraphyses gélifiées les compriment latéralement. Quand le

maximum de tension interne et de pression externe est atteint, une détente brusque fait saillir la zone gélifiable de la membrane sous forme d'un cylindre plus long que l'asque primitif; la paroi rigide devient cylindrique et même atténuée à la base et les spores se placent, alors seulement, sur une seule file. Tous les asques, émettant simultanément leur tube érectile, dilatent démesurément l'orifice et font ressembler le périthèce à une cupule d'Ascobolée. La première spore, pressant contre le sommet de l'asque, produit le foramen au centre d'un épaississement annulaire préexistant, s'y engage peu à peu, pour être brusquement énucléée et lancée dans l'espace, dès que le plus grand diamètre aura franchi l'orifice. L'élasticité de la membrane surdistendue amène la deuxième spore à la sortie, avant que le liquide intérieur ait pu s'échapper: le tube se raccourcit donc très peu. Les huit spores sont lancées coup sur coup; dès que la dernière est expulsée, le tube se rétracte et sa longueur tombe, par exemple, de 135^{μ} à 85^{μ}. Les bords du foramen s'enroulent en dedans en un bourrelet circonscrivant une fente irrégulièrement stelliforme. Sous ce bourrelet on voit, en coupe optique, deux perles brillantes correspondant à l'anneau élastique. Les asques peuvent se vider en trois ou quatre secondes, même plongés dans l'eau.

» De cette façon, par les journées humides du printemps, les jeunes rameaux des régions déjà envahies sont criblés de spores. Les ascospores germent au bout de quelques heures. D'habitude, la grande cellule donne seule un filament, terminal ou latéral.

» Cette description rattache directement le parasite du Peuplier au genre *Didymosphœria* de Fuckel. Il est possible toutefois qu'il ne soit autre que l'*Otthia populina* Fck. Mais la dissémination des périthèces dans toute la région malade, l'absence de papille à l'orifice qui se dilate démesurément lors de l'éjaculation, la disposition des ascospores sur plusieurs rangs vers la base éloignent notre Champignon de la diagnose sommaire de Fuckel. De plus, le mycologue allemand donue aux *Otthia* en général, à l'*O. populina* en particulier, des stylospores colorées, didymes. Ces considérations, indépendamment du mode d'éjaculation, dont la valeur taxinomique n'est pas encore fixée, mais que nous avons trouvé presque identique chez d'autres Pléosporées, ne nous permettent pas de comprendre le parasite du Peuplier dans le genre *Otthia*. Nous le nommerons *Didymosphœria populina*.

» Des expériences de laboratoire nous ont démontré l'efficacité des solutions cupriques et de la sulfostéatite contre le *Didymosphœria;* mais la maladie peut être combattue par un procédé moins dispendieux. Les branches s'infectant à partir du voisinage du sol, et d'autant plus sûrement qu'elles sont plus touffues, l'élagage des rameaux inférieurs entravera les progrès du mal. Nous avons constaté que les arbres soumis à ce mode de

culture échappent généralement à la maladie. Pour le même motif, le Peuplier noir, à tronc dégarni à la base et à branches divariquées, résiste constamment. Cette donnée empirique, due à une expérimentation inconsciente, trouve son explication dans la biologie du parasite. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MARS 1889.

Expéditions scientifiques du Travailleur *et du* Talisman *pendant les années* 1880, 1881, 1882, 1883. — Ouvrage publié sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique sous la direction de M. A. MILNE-EDWARDS. — *Poissons, par* L. VAILLANT. Paris, G. Masson, 1888; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Mémorial de la Section topographique de l'état-major général russe; Volume 45e. — *Résultats des travaux géodésiques en Bulgarie.* Saint-Pétersbourg, 1888; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. Grandidier.)

Analyse des eaux potables; par AUG. ZUNE. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. in-8°.

Traité de microscopie médicale et pharmaceutique; par AUG. ZUNE. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. in-8°.

Recherches expérimentales sur la contraction musculaire chez les Invertébrés; par H.-C. DE VARIGNY. Poitiers, Oudin, 1886; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Pourat.)

Détermination des distances à observer entre les signaux avancés et les points à protéger, et du nombre des freins gardés à placer dans les trains; par M. POL LEFÈVRE. Paris, Vve Ch. Dunod, 1889; br. in-4°.

Le nématode de la betterave à sucre; par GEORGES DUREAU. Paris, Bureaux du *Journal des Fabricants de sucre,* 1889; br. in-16.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du

Ministre de la Guerre; tomes X et XI. Paris, Victor Rozier, 1887-1888; 2 vol. in-8°.

Recueil zoologique suisse, publié sous la direction du Dr Hermann Fol. Tome cinquième et dernier, n° 1. Genève-Bâle, H. Georg, 1889; 1 vol. in-8°.

The collected mathematical Papers of Arthur Cayley. Vol. I. Cambridge, at the University press, 1889; 1 vol. in-4°.

Die Venus-Durchgänge 1874 *und* 1882. *Bericht über die deutschen Beobachtungen im Auftrage der Commission für die Beobachtung des Venus-Durchgangs*, herausgegeben von A. Auwers. Zweiter Band : *Die Beobachtungen der Expeditionen von* 1874. Berlin, 1889; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mars 1889.

Le mouvement comparé de la population à Marseille, en France et dans les États d'Europe; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. in-8° (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours de Statistique.)

Leçons de Clinique chirurgicale professées à l'hôpital Saint-Louis pendant les années 1883 *et* 1884; *par* M. le Dr Péan. Paris, Félix Alcan, 1888; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Bibliothèque de l'École des hautes études (section des Sciences naturelles); tome XXXVI. Paris, G. Masson, 1887; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard; XIXe volume. Montbéliard, Victor Barbier, 1888; 1 vol. in-8°.

Méthode nouvelle pour dévoiler la présence du grignon d'olive dans les poivres; par M. E. Gillet, 1888; br. in-8°.

Dr. Ign. Szyszylowicz. — *Polypetalæ thalamifloræ Rehmannianæ et Polypetalæ discifloræ Rehmannianæ.* Cracoviæ, typis Universitatis Jagellonicæ, 1887-1888; 2 br. in-8°. (Présenté par M. Cosson.)

Plantæ a Dre Ign. Szyszylowicz in itinere per Cernagoram et in Albania adjacente anno 1886 *lectæ*. Ediderunt Dr G. Beck et Dr Ign. Szyszylowicz. Cracoviæ, typis Universitatis Jagellonicæ, 1888; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cosson.)

R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano. — Osservazioni meteorologiche eseguite nell'anno 1888 *col riassunto composto sulle medesime da* E. Pini; br. in-4°.

U. S. Geological Survey, J. W. Powell *director : Mineral resources of the*

United States. Day, 1887. Washington, Government printing Office, 1888; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Bulletin of the United States geological Survey; n°s 41-47. Washington, Government printing Office, 1887-1888; 7 br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mars 1889.

Inventaire général des richesses d'art de la France. — *Province:* Monuments civils, tome II (1887), tome III (1885); Monuments religieux, tome I (1886). — Archives du Musée des Monuments français, deuxième Partie (1886). — *Paris:* Monuments religieux, tome II (1888). Paris, Plon, Nourrit et Cie; 5 vol. gr. in-8°.

Mathématiques et mathématiciens. — Pensées et curiosités recueillies par A. Rebière. Paris, Nony et Cie, 1889; 1 vol in-8°. (Deux exemplaires.)

Dictionnaire théorique et pratique d'Électricité et de Magnétisme; par Georges Dumont, M. Leblanc et E. de la Bédoyère. Paris, Vve P. Larousse et Cie, 1889; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Traité de Chimie minérale et organique; par Ed. Willm et M. Hanriot: *Chimie organique*, tome IV (1re et 2e Parties). Paris, G. Masson, 1889; 2 vol. in-8°.

Aide-mémoire de Géologie; par M. F. Castelnau. Paris, J. Michelet, 1889; 1 vol. in-16.

Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône; par F. Fontannes. Mémoire posthume rédigé et complété par le D^r Ch. Depéret. — IX. *Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence.* — Première Partie : *Les faluns de la côte de Carry.* Paris, au siège de la Société géologique de France, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Les Champignons. Traité élémentaire et pratique de Mycologie; par J. Moyen. Paris, J. Rothschild, 1 vol. pet. in-8°. (Présenté par M. Bornet.)

Des origines de la soie; par A. Laboulbène (Extrait du *Bulletin* du 5 septembre 1888 *de la Société nationale d'acclimatation de France*). Paris, au siège de la Société; br. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Études pratiques sur la vaccine; par le Dr Paul Lalagade. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, tome XVI. Neuchâtel, Wolfrath et Cie, 1888; 1 vol. in-8°.

De l'utilité des chemins de fer; par H. BÉLA AMBROZOVICS. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1888; br. in-4°.

The elastical researches of Barré de Saint-Venant, edited for the syndics of the University press; by KARL PEARSON. Cambridge and London, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

ADOLPH WURTZ. — *Ein Lebensbild von* A. W. VON HOFMANN. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1888; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 25 février 1889.)

Note de M. *L. Amat*, sur le sel de soude que l'on obtient en saturant l'acide phosphoreux par un excès d'alcali :

Page 403, ligne 26, *au lieu de*

$$PhOH(ONa)^2 + 27\ NaOH,$$

lisez

$$PhOH(ONa)^2 + 2{,}7\ NaOH.$$

Page 405, ligne 10, *supprimez la formule.*

(Séance du 18 mars 1889.)

Note de M. *Ribière*, sur l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle :

Page 563, ligne 6, *au lieu de* $R = P\left[(h + r_1)\ldots\right.$, *lisez* $T = P\left[(h + r_1)\ldots\right.$

» 11, *au lieu de* $a = \frac{2\varepsilon P}{\mu D \varphi_1}\left[\ldots\right.$, *lisez* $a = \frac{2\varepsilon P}{\mu D \varphi_1 r_1^m}\left[\ldots\right.$

» 13, *au lieu de* $b = \frac{2\varepsilon P}{\mu D \varphi_1}\left[\ldots\right.$ *lisez* $b = \frac{2\varepsilon P r_1^m}{\mu D \varphi_1}\left[\ldots\right.$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Formules de la dissémination du mouvement transversal dans une plaque plane indéfinie*; par M. J. Boussinesq.

« 1. Fourier, vers la fin de sa *Théorie analytique de la chaleur* (nos 411 et 412), est parvenu, par une application de sa célèbre formule, à une intégrale importante de l'équation des petites vibrations transversales d'une plaque élastique

$$(1)\quad \frac{d^2\varphi}{dt^2}+\Delta_2\Delta_2\varphi=0 \qquad \text{ou} \qquad \frac{d^2\varphi}{dt^2}+\left(\frac{d^2}{dx^2}+\frac{d^2}{dy^2}\right)\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{d^2\varphi}{dy^2}\right)=0:$$

c'est l'intégrale qui représente, pour une plaque couvrant tout le plan des xy, le mouvement amené par des déplacements *initiaux*, $\varphi=f(\xi,\eta)$, arbitraires en tous les points (ξ,η) d'une *région* quelconque *d'ébranlement*, nuls hors de cette région, et, d'ailleurs, non accompagnés de

vitesses initiales. Mais une discussion assez délicate restait à faire, pour reconnaître si l'expression de φ obtenue est bien déterminée à la limite $t=0$ et y tend effectivement vers $f(x, y)$. La présente Note aura surtout pour but cette discussion, tant dans le cas signalé, particulièrement simple, que dans celui, qui le complète, de mouvements dus à des impulsions, c'est-à-dire à des vitesses *initiales* $\frac{d\varphi}{dt}=f_1(\xi, \eta)$ imprimées, *sans déplacements initiaux*, aux divers points (ξ, η) de la région d'ébranlement.

» Je supposerai cette région limitée, en ce sens du moins que les deux fonctions $f(\xi, \eta)$, $f_1(\xi, \eta)$ s'annuleront aux distances infinies $\sqrt{\xi^2+\eta^2}$ de l'origine; et j'admettrai, de plus, leur graduelle variation partout, d'un point à l'autre. Enfin, comme la translation de la plaque n'est pas en question, ou que le mouvement peut être rapporté à un plan des xy lié à son centre de gravité, la valeur moyenne de la fonction $f_1(\xi, \eta)$ sera nulle. Aussi, en appelant $d\sigma$ un élément quelconque $d\xi\, d\eta$ de la surface d'ébranlement, ou même du plan des xy, j'admettrai qu'on ait $\int\int f_1(\xi, \eta)\, d\sigma=0$.

» 2. Diverses méthodes font connaître, pour l'équation (1), les deux solutions très simples φ, φ_1, fonctions seulement de t et de la distance r des divers points (x, y) du plan à un centre quelconque (ξ, η),

$$\varphi=\frac{1}{4t}\sin\frac{r^2}{4t}, \qquad \varphi_1=\frac{1}{4t}\cos\frac{r^2}{4t}. \tag{2}$$

» Si, en effet, l'on calcule, pour chacune d'elles, la dérivée en t et aussi le paramètre différentiel $\Delta_2=\frac{d^2}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d}{dr}$, il vient

$$\frac{d\varphi}{dt}=\Delta_2\varphi_1, \qquad \frac{d\varphi_1}{dt}=-\Delta_2\varphi. \tag{3}$$

Par suite, deux différentiations successives de φ ou de φ_1 en t conduisent au résultat $-\Delta_2\Delta_2\varphi$ ou $-\Delta_2\Delta_2\varphi_1$; ce qui montre bien que les fonctions (2) satisfont à (1).

» Or, superposons une infinité de solutions de l'une ou de l'autre espèce (2), en y changeant chaque fois l'élément $d\sigma$ dont un point (ξ, η) sert de centre pour compter les distances r, et en leur attribuant comme coefficient constant le produit, $\frac{1}{\pi}F(\xi, \eta)\, d\sigma$, du facteur $\frac{d\sigma}{\pi}$ par une fonction $F(\xi, \eta)$ arbitraire, mais graduellement variable partout et astreinte à s'annuler aux distances infinies de l'origine. Nous aurons les solutions plus

générales, que nous pourrons encore, sans inconvénient, appeler, l'une, φ, l'autre, φ_1,

$$(4)\qquad \varphi = \frac{1}{4\pi t}\int F(\xi, \eta)\sin\frac{r^2}{4t}\,d\sigma, \qquad \varphi_1 = \frac{1}{4\pi t}\int F(\xi, \eta)\cos\frac{r^2}{4t}\,d\sigma;$$

et il est clair qu'elles vérifieront toujours les relations (3).

» Adoptons-y, comme variables d'intégration, au lieu des coordonnées ξ, η, dont les différentielles figurent dans $d\sigma = d\xi\,d\eta$, deux nouvelles coordonnées rectangulaires α, β comptées à partir du point (x, y) et liées à ξ, η par les relations

$$(5)\qquad \xi = x + 2\alpha\sqrt{t}, \quad \eta = y + 2\beta\sqrt{t}; \quad \text{d'où} \quad d\xi = 2\sqrt{t}\,d\alpha, \quad d\eta = 2\sqrt{t}\,d\beta.$$

Comme ces formules donnent, en appelant ρ la distance, à la nouvelle origine (x, y), du point (α, β), et $d\sigma'$ l'élément superficiel $d\alpha\,d\beta$ qui occupe cette situation (α, β),

$$(6)\qquad \begin{cases} \dfrac{r^2}{4t} \quad \text{ou} \quad \dfrac{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}{4t} = \alpha^2 + \beta^2 = \rho^2, \\ d\sigma \quad \text{ou} \quad d\xi\,d\eta = 4t\,d\alpha\,d\beta = 4t\,d\sigma', \end{cases}$$

les deux solutions (4) prendront enfin leur forme la plus utilisable

$$(7)\qquad \begin{cases} \varphi = \dfrac{1}{\pi}\int F(x + 2\alpha\sqrt{t},\ y + 2\beta\sqrt{t})\sin\rho^2\,d\sigma', \\ \varphi_1 = \dfrac{1}{\pi}\int F(x + 2\alpha\sqrt{t},\ y + 2\beta\sqrt{t})\cos\rho^2\,d\sigma'. \end{cases}$$

» 3. Si l'on suppose limitée en tous sens la région $\int d\sigma$ hors de laquelle s'annule la fonction partout finie $F(\xi, \eta)$, les deux intégrales (4) et, par suite, (7), à champ d'intégration fini, sont évidemment bien déterminées pour $t > 0$. Mais, à l'instant initial $t = 0$, le champ d'intégration $\int d\sigma'$, où les distances ρ à l'origine (x, y) égalent le quotient de r par $2\sqrt{t}$, devient infini; et la discussion spéciale annoncée est indispensable pour reconnaître alors les vraies valeurs limites de φ et de φ_1.

» Supposons donc t extrêmement petit dans les seconds membres de (7), et ajoutons-y d'abord ensemble les éléments dont le champ $d\alpha\,d\beta$, égal en tout à $2\pi\rho\,d\rho$, est compris entre les deux circonférences concentriques de rayons ρ, $\rho + d\rho$. Les valeurs de $F(x + 2\alpha\sqrt{t}, y + 2\beta\sqrt{t})$ y seront évidemment celles de $F(\xi, \eta)$ en des points (ξ, η) uniformément répartis le long d'une circonférence ayant pour centre (x, y) et le rayon $r = 2\sqrt{t}\rho$. Par

suite, si l'on appelle $\mathcal{F}(r)$ ou $\mathcal{F}(2\rho\sqrt{t})$ la moyenne de ces valeurs, fonction *bien continue* de r, égale à $F(x, y)$ pour $r = 0$ et à zéro pour r infini, les éléments dont il s'agit, des seconds membres de (7), auront comme sommes respectives $\mathcal{F}(2\rho\sqrt{t})\sin\rho^2\, d.\rho^2$ et $\mathcal{F}(2\rho\sqrt{t})\cos\rho^2\, d.\rho^2$. Donc, en posant $\rho^2 = \lambda$, puis faisant grandir λ de zéro à l'infini, ou du moins jusqu'à une valeur au-dessus de laquelle $\mathcal{F}(2\sqrt{t\lambda})$ s'annule identiquement, les formules (7) deviendront

$$(8)\qquad \varphi = \int_0^\infty \mathcal{F}(2\sqrt{t\lambda})\sin\lambda\, d\lambda, \qquad \varphi_1 = \int_0^\infty \mathcal{F}(2\sqrt{t\lambda})\cos\lambda\, d\lambda.$$

» Faisons successivement croître λ, dans la première intégrale, de zéro à π, de π à 2π, de 2π à 3π, ..., et, dans la seconde, de $\frac{\pi}{2}$ à $\frac{3\pi}{2}$, de $\frac{3\pi}{2}$ à $\frac{5\pi}{2}$, ..., en y négligeant *provisoirement* un premier intervalle, moitié moindre, compris entre $\lambda = 0$ et $\lambda = \frac{\pi}{2}$. Comme le facteur $\mathcal{F}(2\sqrt{t\lambda})$ variera, d'un intervalle à l'autre, avec une lenteur infinie si t est infiniment petit, et que l'autre facteur $\sin\lambda$ ou $\cos\lambda$ prendra, dans tous, les mêmes suites de valeurs absolues, mais avec signes contraires dans deux consécutifs, les intégrales partielles successives ainsi obtenues seront finies et à signes alternés, mais de valeurs absolues infiniment peu variables d'un intervalle à l'autre. Par suite, chacune des deux intégrales définies (8) constituera, si l'on fait, dans la seconde, abstraction de la partie

$$(9)\qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathcal{F}(0)\cos\lambda\, d\lambda = \mathcal{F}(0) = F(x, y),$$

une série à termes successifs de signes contraires, mais presque de même grandeur absolue. D'ailleurs le dernier de tous ces termes sera nul, et le premier vaudra, respectivement,

$$(10)\qquad \left\{\begin{array}{l} \displaystyle\int_0^{\pi} \mathcal{F}(0)\sin\lambda\, d\lambda = 2\mathcal{F}(0) = 2F(x, y) \\ \text{et} \\ \displaystyle\int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} \mathcal{F}(0)\cos\lambda\, d\lambda = -\,2\mathcal{F}(0) = -\,2F(x, y). \end{array}\right.$$

Or il est facile de montrer que, dans ces conditions, chaque série se réduit à la moitié de son premier terme.

» En effet, l'une quelconque des deux séries se compose généralement, si l'on considère les termes dans l'ordre même où ils se suivent, d'un nombre fini de séries partielles, dont chacune, où l'on pourra toujours, pour fixer les idées, comprendre un nombre pair de termes, aura ses termes de rang impair soit constamment décroissants de l'un à l'autre, soit constamment croissants, et, dans les deux cas, en nombre infini à la limite, la différence des valeurs absolues de deux termes consécutifs de chaque série partielle ne devant, en général, par raison de continuité, varier, d'un intervalle à l'autre, que d'une fraction infiniment petite de sa propre valeur.

» Cela posé, appelons la somme de l'une des séries partielles, S, et ses divers termes, en nombre pair, $a, -b, c, -d, e, \ldots, g, -h, i, -j$, après avoir toutefois détaché de la tête et de la queue de la série, quand, la valeur absolue des termes y devenant maxima ou minima, la différence de deux d'entre eux consécutifs y tend vers zéro, assez de couples de termes (en nombre aussi grand qu'on voudra, mais fixe ou indépendant de t) pour ne laisser subsister que ceux dont les valeurs absolues ont déjà, de l'un à l'autre, une différence ne changeant successivement que très peu par rapport à elle-même. Alors les différences consécutives de ces valeurs absolues, entre a et i, seront (au facteur commun près ± 1), $a-b,\ b-c,\ \ldots,\ h-i$; et des rapports, valant sensiblement 1, $\frac{a-b}{b-c}$, $\frac{c-d}{d-e}, \ldots, \frac{g-h}{h-i}$, à dénominateurs tous de même signe, on déduira, par leur addition terme à terme, d'après un théorème connu d'Arithmétique, le nouveau rapport, extrêmement peu différent lui-même de 1,

$$\frac{a-b+c-d+\ldots+g-h}{b-c+d-e+\ldots+h-i} \quad \text{ou} \quad \frac{S-i+j}{a-S-j}.$$

» Il vient donc, *à la limite*, l'égalité

$$S-i+j=a-S-j \qquad \text{ou} \qquad S=a-S-j,$$

qui donne

$$S=\tfrac{1}{2}(a-j).$$

» Ainsi *la série se réduit à la demi-somme algébrique de ses deux termes extrêmes*. Et il en est d'ailleurs de même quand on lui restitue les couples de termes, en nombre relativement insignifiant, qu'on avait supprimés à

la tête et à la queue, termes à somme algébrique négligeable, sensiblement identiques, pour la valeur absolue, le premier, à a et, le dernier, à j.

» Appliquons maintenant cette règle simple à la sommation de toutes les séries partielles dont se compose une même des deux séries considérées; et, en observant que le dernier terme d'une série partielle égale le premier de la série suivante changé de signe, il ne restera, dans chaque somme définitive, que la moitié, $F(x,y)$ ou $-F(x,y)$, du premier terme (10), plus la moitié d'un dernier terme, égal par hypothèse à zéro. Et si, d'ailleurs, à la seconde série, on ajoute le terme jusqu'ici négligé (9), on aura

$$(11)\quad (\text{pour } t=0)\left\{\begin{array}{l} \varphi = F(x,y), \qquad \varphi_1 = 0; \\ \text{d'où, d'après (3),} \\ \dfrac{d\varphi}{dt} = 0, \qquad \dfrac{d\varphi_1}{dt} = -\Delta_2 F(x,y). \end{array}\right.$$

» 4. La solution particulière φ, en y prenant $F(\xi,\eta) = f(\xi,\eta)$, exprime donc, comme Fourier l'avait trouvé, le mouvement amené par des déplacements initiaux $\varphi = f(\xi,\eta)$, *sans adjonction de vitesses initiales*. Quant à l'autre solution particulière φ_1, elle exprimera de même le mouvement dû à des vitesses initiales $\frac{d\varphi}{dt} = f_1(\xi,\eta)$, *sans déplacements initiaux*, si l'on y détermine F par la condition $\Delta_2 F(x,y) = -f_1(x,y)$. Or il suffira pour cela d'égaler $F(x,y)$ au potentiel logarithmique $\int(\log r)\,dm$ d'une couche fictive $\int dm$ étalée sur le plan des xy, et dont la densité superficielle, exprimée par $-\frac{1}{2\pi}f_1(\xi,\eta)$ en chaque point (ξ,η) de la région $\int d\sigma$ d'ébranlement, serait nulle partout ailleurs. En effet, le paramètre différentiel Δ_2 du potentiel $\int(\log r)\,dm$, considéré dans le plan, égale, comme on sait, le produit par 2π de la densité superficielle de la couche potentiante. Cette valeur de $F(x,y)$ tendra bien vers zéro pour x ou y infinis, comme nous avons dû l'admettre afin de vérifier la condition $\varphi_1 = 0$ à la limite $t=0$; car l'annulation de l'intégrale $\int f_1(\xi,\eta)\,d\sigma$ entraînera celle de la masse fictive totale $\int dm$ et fera disparaître du potentiel $\int(\log r)\,dm$, aux grandes distances $\mathfrak{r}$ de l'origine, le terme principal $(\int dm)\log\mathfrak{r}$, pour n'y laisser subsister qu'une quantité comparable, tout au plus, à l'inverse de $\mathfrak{r}$.

» On pourrait, au prix d'une intégration, par rapport au temps, entre les limites zéro et t dont la seconde est *variable*, éliminer ce potentiel logarithmique, c'est-à-dire éviter les deux intégrations qu'il implique, dans

l'espace, entre des limites *fixes*. En effet, la dérivée $\frac{d\varphi_1}{dt}$, égale à $-\Delta_2\varphi$ d'après la deuxième (3), ou, identiquement, à

$$-\frac{1}{\pi}\int \Delta_2 F(x+2\alpha\sqrt{t},\ y+2\beta\sqrt{t})\sin\rho^2\,d\sigma',$$

ne contient pas la fonction F, mais seulement la somme $\Delta_2 F$ de ses deux dérivées secondes directes, somme égale à $-f_1$. Cette dérivée de φ_1 par rapport au temps se trouve donc exprimée sans potentiel. Multipliée par dt, puis intégrée à partir de la limite $t=0$ où φ_1 s'annule, elle donne

$$(12)\qquad \varphi_1 = \frac{1}{\pi}\int_0^t dt \int f_1(x+2\alpha\sqrt{t},\ y+2\beta\sqrt{t})\sin\rho^2\,d\sigma',$$

résultat indiqué par Fourier, et que Poisson avait aussi obtenu, en même temps que l'expression de φ, par des méthodes basées principalement sur l'application des transformations imaginaires à l'intégrale générale de l'équation des températures $\frac{d\varphi}{dt}=\Delta_2\varphi$ (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. III, p. 154; 1820).

» Il est à remarquer que, sous la forme (12), facile à vérifier directement, la solution particulière φ_1 conviendra pourvu que la fonction $f_1(\xi,\eta)$ s'annule aux distances infinies, sans qu'elle réduise à zéro l'intégrale $\int f_1(\xi,\eta)\,d\sigma$. »

ÉLECTRICITÉ. — *De la régularisation de la vitesse d'une machine dynamo-électrique servant de réceptrice dans une transmission de force par l'électricité*. Note de M. **Marcel Deprez**.

« Nous désignerons par

E la force électromotrice; V la vitesse; I l'intensité du courant général; R la résistance totale des deux machines et de la ligne.	Ces lettres étant affectées de l'indice 0 ou de l'indice 1 suivant qu'il s'agit de la génératrice ou de la réceptrice.

» *Premier cas*. — Le champ magnétique et, par suite, la force électromotrice de chaque machine (rapportée à l'unité de vitesse) sont des fonctions de I seulement lorsque les électros inducteurs sont simplement placés en série dans le circuit principal.

» On a donc

$$E_0 = V_0 f_0(I), \qquad E_1 = V_1 f_1(I).$$

» Si les inducteurs sont munis du double enroulement tel que je l'ai imaginé et défini en 1881, c'est-à-dire si l'un des enroulements est parcouru par le courant général pendant que l'autre enroulement est parcouru par un courant constant indépendant du premier et *indépendant de la vitesse*, on a encore les mêmes expressions de la force électromotrice, la vitesse n'entrant pas sous le signe f_0 ou f_1. C'est dans cette hypothèse que nous traiterons le problème et il serait facile de trouver que la solution trouvée en faisant cette restriction s'applique cependant au cas où le second enroulement est parcouru par un courant emprunté aux bornes de la machine; on sait que c'est cette modification de mon invention primitive qui a prévalu dans la pratique sous le nom d'*enroulement compound*. Ceci posé, l'intensité du courant est donnée par l'expression

$$I = \frac{E_0 - E_1}{R} = \frac{V_0 f_0(I) - V_1 f_1(I)}{R}, \tag{1}$$

d'où l'on tire

$$V_1 = \frac{V_0 f_0(I) - RI}{f_1(I)}. \tag{2}$$

» Cette équation fait connaître la vitesse de la réceptrice en fonction de l'intensité du courant; or cette intensité est liée à celle du couple développé par l'anneau de la réceptrice par la relation

$$F_1 = \frac{I f_1(I)}{g}, \tag{3}$$

dans laquelle F_1 exprime en kilogrammes l'effort développé par l'anneau au bout d'un bras de levier égal à l'unité, la vitesse V_1 de l'anneau étant alors égale au nombre de mètres parcourus par l'extrémité de ce bras de levier dans l'unité de temps. Cette relation permet de construire facilement, au moyen de la caractéristique, la courbe des intensités en fonction des efforts mécaniques et, par suite, au moyen de l'équation (2), de trouver la vitesse de la réceptrice en fonction de F_1. Proposons-nous maintenant de chercher dans quelles conditions la vitesse V_1 peut être maintenue constante, c'est-à-dire indépendante de la grandeur du travail moteur que la réceptrice peut avoir à développer pendant un tour. Il est bien entendu

que l'on suppose la génératrice animée d'une vitesse constante grâce à l'emploi des régulateurs de vitesse agissant sur le moteur qui l'actionne.

» La discussion complète de l'équation (2) exigerait que l'on connût exactement la forme analytique des fonctions $f_0(\mathrm{I})$ et $f_1(\mathrm{I})$, c'est-à-dire des caractéristiques des deux machines. On peut la remplacer avantageusement par une discussion géométrique appuyée sur des constructions graphiques lorsqu'on a les courbes elles-mêmes; c'est le procédé qui m'a conduit en 1881 à l'invention du double enroulement, et je me réserve d'y revenir dans une prochaine Communication.

» Quant à présent, je me bornerai à étudier ce qui se passe lorsque l'intensité du courant est comprise dans les limites pour lesquelles on a le droit de considérer $f_0(\mathrm{I})$ et $f_1(\mathrm{I})$ comme des fonctions linéaires de I, la caractéristique se confondant alors sensiblement avec une droite.

» Nous prenons donc

$$\mathrm{E}_0 = \mathrm{V}_0(a_0 + b_0\mathrm{I}), \qquad \mathrm{E}_1 = \mathrm{V}_1(a_1 + b_1\mathrm{I}).$$

L'équation (2) devient alors

$$\mathrm{V}_1 = \frac{a_0\mathrm{V}_0 + (b_0\mathrm{V}_0 - \mathrm{R})\mathrm{I}}{a_1 + b_1\mathrm{I}}.$$

» Pour que la valeur de V_1 soit indépendante de I, c'est-à-dire de F_1, ce qui est le but proposé, il faut et il suffit que l'on ait

$$\frac{a_0\mathrm{V}_0}{a_1} = \frac{b_0\mathrm{V}_0 - \mathrm{R}}{b_1},$$

d'où

$$\mathrm{V}_0 = \frac{a_1\mathrm{R}}{a_1 b_0 - a_0 b_1} \qquad \text{et} \qquad \mathrm{V}_1 = \frac{a_0}{a_1}\mathrm{V}_0.$$

» Cette expression est très remarquable; elle montre que, *quels que soient les valeurs et les signes des coefficients* a_0, b_0, a_1 (qui sont des constantes de construction), b_1 *ainsi que la valeur de* R, *on peut toujours résoudre le problème proposé en imprimant à la génératrice une vitesse qui ne dépend que de ces coefficients*. Il en est de même de V_1 dont la valeur est alors

$$\mathrm{V}_1 = \frac{a_0}{a_1}\mathrm{V}_0.$$

» Examinons maintenant quelques cas particuliers. Supposons d'abord que les inducteurs des deux machines soient munis d'un simple enroule-

ment placé en série dans le circuit principal et parcouru par le courant général. On a alors

$$a_0 = 0, \qquad a_1 = 0,$$

d'où résulte pour V_0 une valeur indéterminée. Donc, dans ce cas, le problème est toujours résolu quelle que soit la vitesse de la génératrice.

» Les vitesses V_0 et V_1 sont alors liées par l'équation

$$V_1 = \frac{b_0 V_0 - R}{b_1};$$

si les machines sont identiques, cette relation peut se mettre sous la forme

$$V_0 - V_1 = \frac{R}{b_0}.$$

» *Deuxième cas.* — La réceptrice a un champ magnétique constant. On a alors

$$b_1 = 0,$$

$$V_0 = \frac{R}{b_0}, \qquad V_1 = \frac{a_0 R}{a_1 b_0}.$$

» Ces équations ne peuvent être satisfaites qu'à la condition que a_0 et b_0 ne soient nuls ni l'un ni l'autre. La génératrice devra donc, dans ce cas, être à double enroulement.

» *Troisième cas.* — Le champ de la génératrice est constant. On a, par suite,

$$b_0 = 0,$$

d'où

$$V_0 = -\frac{a_1 R}{a_0 b_1}, \qquad V_1 = -\frac{R}{b_1};$$

a_0 et a_1 étant positifs, b_1 doit être négatif, c'est-à-dire que le champ magnétique de la réceptrice doit diminuer quand I augmente. C'est le cas que j'ai traité, il y a plusieurs années, quand j'ai cherché à quelles conditions devait satisfaire une réceptrice pour que sa vitesse fût indépendante du couple résistant lorsque la différence de potentiel à des bornes était maintenue constante. (Voir les *Comptes rendus*, t. CI, p. 1128 et 1162.)

» En résumé, on voit que, avec deux machines dont les inducteurs sont munis d'enroulements quelconques, le problème proposé peut toujours

être résolu, à part le seul cas où les champs magnétiques des deux machines seraient constants, comme il est facile de le voir [1].

» Lorsque la fonction $f_0(I)$ est donnée graphiquement par la caractéristique, il est très facile de construire la caractéristique que doit avoir la réceptrice pour obtenir une vitesse indépendante de I. De l'équation (1) on tire en effet

$$f_1(I) = \frac{V_0 f_0(I) - RI}{V_1}.$$

» Mais $V_0 f_0(I)$ est l'ordonnée de la caractéristique de la génératrice à la vitesse V_0, RI est l'ordonnée de la droite $y = RI$; il suffit donc, pour chaque valeur de I, de retrancher ces deux ordonnées l'une de l'autre pour obtenir autant d'ordonnées qu'on voudra de la caractéristique que doit avoir la réceptrice pour tourner à la vitesse constante V_1 quel que soit I. En supposant que $f_0(I)$ soit représenté par une droite, on retrouve très facilement toutes les conclusions que nous avons tirées analytiquement de l'équation (2). Or on peut, dans la pratique, approcher beaucoup de cette hypothèse, à la condition que le flux magnétique dans l'intérieur du fer des anneaux et des inducteurs ne dépasse pas la valeur de 6000 unités C.G.S. Dans le cas où l'on voudrait obtenir une vitesse constante de la réceptrice, tout en fonctionnant avec des champs magnétiques voisins de la saturation, il faudrait alors agir sur la valeur de R en intercalant dans le circuit de l'anneau de la réceptrice un rhéostat mis en mouvement par un régulateur à force centrifuge.

» Le rendement brut qui a pour valeur $\frac{E_1}{E_0}$ serait alors constant et indépendant des résistances intercalées, ainsi que je l'ai indiqué il y a longtemps.

» *Excitation des inducteurs dans le cas où l'on emploie des machines à haute tension.* — Dans les machines à haute tension destinées à transmettre la force à de grandes distances, il est de la plus haute importance d'assurer par tous les moyens possibles l'isolation des différentes parties de la machine lorsqu'elles sont à des potentiels très différents et de les isoler également du sol.

» Il faut donc réduire au minimum le nombre des organes dans lesquels

---

[1] Dans ce cas, la vitesse v de la réceptrice et le couple résistant f qu'elle doit vaincre sont liés par l'équation $\frac{f}{F} + \frac{v}{V} = 1$, que j'ai démontrée il y a longtemps et dans laquelle F et V sont des constantes très faciles à définir.

le potentiel peut être très différent de celui de la terre; d'où la suppression de l'excitation des inducteurs par le courant lui-même ou par une dérivation prise aux bornes de la machine, et l'emploi d'une machine excitatrice spéciale à basse tension ou d'accumulateurs, ainsi que je l'ai fait dans l'expérience de Creil (voir le Rapport de M. Maurice Lévy, *Comptes rendus*, t. CIII, p. 314). Lorsqu'on fait usage d'une excitatrice spéciale et que l'on n'a pas d'accumulateurs, la mise en mouvement de la réceptrice exige un appareil particulier que j'ai appelé *commutateur de démarrage* et dont voici le mode d'action : il permet d'abord au courant de ligne de traverser les inducteurs pour créer le champ magnétique initial nécessaire afin que le démarrage de la réceptrice puisse se produire.

» Ce premier résultat atteint (et il faut pour cela quelques secondes), on tourne le commutateur et on l'amène dans une nouvelle position où la communication entre la ligne et les inducteurs est rompue, tandis que ces derniers sont mis en rapport avec l'excitatrice mise en mouvement par la réceptrice elle-même, dont la rotation peut ainsi continuer indéfiniment. Grâce à cet artifice, les inducteurs ne sont portés à un potentiel élevé que pendant un temps très court, mais il semble avoir pour conséquence de priver la machine de toutes les propriétés résultant de l'emploi d'un enroulement excitateur parcouru par le courant général et qui ont servi de base aux raisonnements exposés au commencement de cette Note. Je vais montrer qu'il n'en est rien et que, tout en étant excitée à part, la réceptrice peut se comporter exactement comme si ses inducteurs étaient traversés par le courant de la ligne. Il suffit pour cela que les inducteurs de l'excitatrice soient traversés, non pas par le courant de cette machine même, mais bien par le courant de la ligne à haute tension. Si l'on calcule convenablement le nombre de spires des inducteurs de l'excitatrice et des inducteurs de la réceptrice, on obtiendra dans celle-ci une caractéristique de même forme que celle de l'excitatrice; c'est-à-dire que, dans des limites fort étendues, la force électromotrice de la réceptrice sera proportionnelle au courant qui traverse son anneau, bien que ses inducteurs soient excités à part par un courant de basse tension. L'avantage de cette disposition consiste en ce que le courant de haute tension ne traverse que les inducteurs de petite dimension d'une machine excitatrice qui, étant de faible puissance et de petit volume, peut très facilement être isolée d'un sol d'une façon parfaite.

» On peut donc, grâce à ce procédé, appliquer tout ce qui a été dit plus haut aux machines de haute tension excitées à part. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction biorthogonale d'une forme linéo-linéaire à sa forme canonique.* Note de M. SYLVESTER.

« Soit F une fonction linéo-linéaire des deux séries de lettres

$$x_1, \quad x_2, \quad \ldots, \quad x_n; \qquad \xi_1, \quad \xi_2, \quad \ldots, \quad \xi_n;$$

alors F contiendra n^2 termes. En assujettissant les x et les ξ respectivement à deux substitutions orthogonales indépendantes, on introduit dans la transformée $n^2 - n$ quantités arbitraires, de sorte que, en leur donnant des valeurs convenables, on doit pouvoir faire disparaître ce nombre de termes en ne conservant que les n paires dont les arguments seront (par exemple)

$$x_1\xi_1, \quad x_2\xi_2, \quad \ldots, \quad x_n\xi_n.$$

» On peut nommer les multiples de ces arguments les *multiplicateurs canoniques;* je vais donner la règle pour les déterminer, et en même temps pour trouver les deux substitutions orthogonales simultanées qui amènent la forme canonique. La marche à suivre sera parfaitement analogue à celle qui s'applique à la réduction d'une forme quadrique à n lettres à sa forme canonique au moyen d'une seule substitution orthogonale; mais on remarquera, *a priori,* une distinction essentielle entre les deux questions. Pour le cas d'une seule quadrique, les multiplicateurs canoniques sont absolument déterminés; mais, pour le cas actuel, il est évident que chacun de ces multiplicateurs peut changer son signe, de sorte que ce sont les carrés de ces multiplicateurs qui doivent se présenter dans le résultat.

» Il sera utile de rappeler quelques faits élémentaires sur les matrices. Le carré d'une matrice est la matrice qui se produit par la multiplication des lignes par les colonnes; il sera une matrice non symétrique dont les *racines latentes* seront les carrés des racines latentes d'une matrice donnée. Au contraire, le produit d'une matrice par son transverse donnera (selon l'ordre de la multiplication) lieu à deux matrices symétriques qu'on obtient par la multiplication des lignes par des lignes ou bien par celle des colonnes par les colonnes; ces matrices seront distinctes, mais posséderont les mêmes racines latentes, c'est-à-dire en affectant tous les termes dans la diagonale de symétrie de l'un ou de l'autre avec la même addition,

soit $-\lambda$, le déterminant d'une matrice ainsi affectée sera le même pour l'un comme pour l'autre ([1]).

» En différentiant F par rapport aux x et aux ξ, on obtient deux matrices, dont l'une sera la transverse de l'autre, que je nommerai les matrices déterminatives. Avec l'aide de ces matrices on obtient une solution complète du problème voulu.

» 1° Pour déterminer les multiplicateurs canoniques :

» Je dis que les racines latentes de leur produit seront les carrés des multiplicateurs canoniques.

» Il peut arriver qu'un de ces multiplicateurs soit zéro; alors le dernier terme de l'équation aux racines latentes, qui n'est autre chose que le carré du déterminant d'une matrice déterminative, s'évanouit; et l'on voit que le cas de la disparition d'un des n termes dans la réduite canonique est indiqué par l'évanouissement du déterminant de la matrice déterminative.

» 2° Pour trouver les deux substitutions orthogonales canoniques :

» Prenons une des deux matrices symétriques affectées de $-\lambda$ dans chaque terme de sa diagonale; en supprimant une quelconque de ses lignes, les n premiers mineurs de la matrice diminuée qui restent divisés chacun par la racine carrée de la somme de leurs carrés (fonctions de λ), en donnant à λ successivement les valeurs des n racines latentes, fourniront les n^2 termes d'une des substitutions orthogonales, et de même on obtient l'autre substitution orthogonale en agissant semblablement *pas à pas* sur l'autre matrice affectée : ainsi le problème de la réduction voulue est complètement résolu.

» Prenons, par exemple,

$$F = 8x\xi - x\eta - 4y\xi + 7y\eta.$$

([1]) Toutes ces racines latentes seront non seulement réelles (comme elles doivent l'être à cause de la forme symétrique de la matrice), mais aussi positives; car, en substituant λ à $-\lambda$, les coefficients de l'équation latente (en commençant avec le dernier) sont, respectivement, le carré du déterminant complet, la somme des carrés des premiers mineurs, des seconds mineurs, etc., de la matrice déterminative (le premier coefficient étant l'unité et le second la somme des carrés des coefficients de la forme bilinéaire). Chacune de ces sommes sera un invariant biorthogonal, et le déterminant de la matrice déterminantive lui-même sera un invariant gauche de la forme bilinéaire.

Ajoutons que les deux matrices qui sont les carrés cauchiens de cette matrice, envisagées comme discriminants, fourniront deux quadriques (dont chacune contiendra un seul des deux systèmes donnés de lettres) qui seront des covariants orthogonaux simultanés de la fonction bilinéaire donnée.

» 1° Pour trouver les multiplicateurs canoniques :

» On prend la matrice déterminative dans ses deux formes

$$\begin{matrix} 8 & ; & -1 \\ -4 & ; & 7 \end{matrix}, \qquad \begin{matrix} 8 & ; & -4 \\ -1 & ; & 7 \end{matrix},$$

dont les produits affectés seront

$$\begin{matrix} 65-\lambda; & -39 \\ -39\ ; & 65-\lambda \end{matrix}, \qquad \begin{matrix} 80-\lambda; & -36 \\ -36\ ; & 50-\lambda \end{matrix}.$$

Ainsi, en se servant de l'un ou de l'autre, on obtient

$$\lambda^2 - 130\lambda + 2704 = 0,$$

dont les racines sont 26 et 104, de sorte que $\sqrt{26}$ et $2\sqrt{26}$ seront les multiplicateurs canoniques.

» 2° Pour trouver les substitutions, on assigne ses deux valeurs à

$$39:65-\lambda, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad 39:39 \quad \text{et} \quad 39:-39$$

et à

$$36:80-\lambda, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad 36:54 \quad \text{et} \quad 36:-24.$$

Ainsi l'on aura, pour les deux matrices de substitution,

$$\begin{matrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & ; & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} & ; & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{matrix} \quad \text{et} \quad \begin{matrix} \frac{2}{\sqrt{13}} & ; & \frac{3}{\sqrt{13}} \\ -\frac{3}{\sqrt{13}} & ; & \frac{2}{\sqrt{13}} \end{matrix},$$

et, en effet, on vérifie facilement que

$$\sqrt{26}\left(\frac{x}{\sqrt{2}} + \frac{y}{\sqrt{2}}\right)\left(\frac{2\xi}{\sqrt{13}} + \frac{3\eta}{\sqrt{13}}\right) + 2\sqrt{26}\left(-\frac{x}{\sqrt{2}} + \frac{y}{\sqrt{2}}\right)\left(-\frac{3\xi}{\sqrt{13}} + \frac{2\eta}{\sqrt{13}}\right)$$
$$= 8x\xi - x\eta - 4y\xi + 7y\eta.$$

» Si l'on donne les deux matrices symétriques ayant les mêmes racines latentes qui doivent représenter respectivement les deux produits *cauchiens* d'une matrice de l'ordre n par elle-même, on verra facilement que le problème de trouver cette dernière matrice a été virtuellement résolu plus haut, et que, comme le problème de trouver la véritable racine carrée d'une seule matrice générale donnée, il admet 2^n solutions. »

NAVIGATION. — *Sur les progrès du canal maritime de Suez. Le canal de Suez en* 1888. Note de M. DE LESSEPS.

« La Compagnie du canal de Suez a décidé de porter de 22^m à 65^m de largeur les parties rectilignes du canal entre Port-Saïd et les lacs Amers, et que les largeurs, au sommet des courbes de grand rayon de cette partie du canal, seraient portées à 75^m, tandis que pour les courbes de petit rayon elles seraient portées à 80^m. D'autre part, entre Suez et les lacs Amers, la largeur sera portée à 75^m, tandis qu'elle le sera à 80^m dans les courbes qui, dans cette partie du canal, sont toutes de grand rayon. Toutes ces largeurs seront mesurées à 8^m au-dessous du niveau de la basse mer. Quant à l'approfondissement, il doit être porté à $8^m,50$ pour commencer et à 9^m par la suite.

» Actuellement, les travaux d'élargissement sont commencés sur une longueur de 15^{km} environ, en partant de Port-Saïd, et les vapeurs peuvent se croiser sur tout ce parcours. Dans les autres parties du canal, on a établi le transport à distance des sables accumulés sur les rives, pour commencer les travaux de dragage. On entreprend aussi les travaux de modification de la grande courbe au kilomètre 64, près d'Ismaïlia, travail qui offre un grand intérêt pour la navigation.

» La navigation de nuit a été facilitée par l'adoption des bouées et balises lumineuses, dont l'éclairage est obtenu au moyen du gaz comprimé. Parmi les autres améliorations introduites par la Compagnie du canal pour faciliter la navigation en général, il y a l'élargissement à 100^m de tous les garages compris entre Suez et Port-Saïd, ce qui permet à six navires de se garer en même temps.

» L'emploi de la lumière électrique se propage de plus en plus et l'on estimait, à la fin de l'année dernière, qu'il avait été adopté par la moitié des navires. Pendant le mois de janvier 1888, 85 navires s'en étaient servis et, au mois de décembre suivant, 176 en avaient fait usage. Aussi, au lieu d'employer de trente-cinq à quarante heures pour traverser le canal, les paquebots-poste n'emploient plus qu'une vingtaine d'heures environ. La durée du trajet a été abrégée, même pour les navires qui n'emploient pas la lumière électrique, par suite de la diminution des points de croisement pendant le jour.

» Comparativement aux années 1886 et 1887, le nombre des vapeurs

qui ont passé le canal a augmenté, ainsi que leur tonnage collectif. Comparativement à l'année 1885, le nombre a un peu diminué, mais le tonnage est encore supérieur de 300 tonneaux, ce qui prouve que la capacité des vapeurs ne fait qu'augmenter. Le mouvement des passagers en 1888, y compris les militaires et les pèlerins, a été de 184 000 en nombre rond, chiffre supérieur à celui des années précédentes.

» Pendant cette même année, 3440 navires, dont 1725 venant de la Méditerranée et 1715 venant de la mer Rouge, jaugeant ensemble 6 640 832 tonneaux (jauge nette), ont traversé le canal de Suez et ont versé dans la caisse de la Compagnie la somme de 65 102 273^{fr}. Les mois pendant lesquels le tonnage des navires passés a été le plus fort sont mai, avril, mars et septembre. Pendant l'année 1887, le nombre des navires ayant traversé le canal avait été de 3137 et leur tonnage net collectif de 5 903 024 tonneaux, ce qui donne 303 navires de plus et 737 808 tonneaux en faveur de 1888. Le pavillon anglais occupe le premier rang avec 2625 navires d'une jauge nette collective de 5 223 254 tonneaux. La France occupe le deuxième rang avec 187 navires, représentant 387 318 tonneaux; l'Allemagne occupe le troisième rang avec 163 navires, représentant 237 544 tonneaux; l'Italie vient en quatrième avec 146 navires jaugeant ensemble 267 737 tonneaux; mais il est à remarquer que, sur ce nombre, il y a 99 navires de guerre représentant 158 253 tonneaux, ce qui fait qu'en ne considérant que les 40 paquebots et les 2 navires de commerce qui ont passé le canal, l'Italie n'occuperait que le sixième rang. Viennent ensuite la Hollande avec 128 navires (217 912 tonneaux), l'Autriche-Hongrie avec 58 navires (122 740 tonneaux), l'Espagne avec 26 navires (63 488 tonneaux), la Norvège avec 39 navires (49 257 tonneaux), la Russie avec 16 vapeurs (27 594 tonneaux), la Turquie avec 29 navires (22 811 tonneaux), etc.

» Dans cette statistique, le tonnage mentionné est celui adopté par la Compagnie du canal, et l'on sait qu'il est un peu supérieur à celui qui est obtenu par la méthode Moorsom, telle qu'elle est appliquée en Angleterre. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *F.-C. Donders*, Correspondant de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé à Utrecht, le 24 mars 1889, dans sa soixante-onzième année.

Notice sur M. F.-C. Donders; par M. **Chauveau.**

« M. F.-C. Donders était encore, au mois de mai 1888, professeur à l'Université d'Utrecht. La limite d'âge fixée par les règlements universitaires l'atteignant à cette époque, il s'était alors retiré de l'enseignement. Sa retraite avait été l'occasion d'une manifestation des plus flatteuses pour celui qui en était l'objet, manifestation à laquelle prirent part les nombreux admirateurs et amis que Donders comptait dans tous les pays du monde.

» Les travaux de Donders portèrent principalement sur la physiologie de la vision et firent de lui un des ophtalmologistes les plus en vue de notre époque. Donders toucha à un grand nombre de questions; mais il se fit surtout remarquer par les contributions considérables qu'il apporta à l'étude de l'accommodation et de l'astigmatisme. C'est dans cette partie de son œuvre, répandue dans le monde scientifique par diverses publications hollandaises, allemandes, françaises, anglaises, que se trouvent ses importantes recherches sur les différences individuelles de la réfraction, recherches appliquées avec le plus grand fruit à l'art oculistique.

» Donders était une nature éminemment sympathique. Grâce à l'expansive aménité de son caractère, il s'était créé chez nous de solides amitiés, qui resteront fidèles à sa mémoire. »

M. **Daubrée** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Pissis*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation, décédé à Santiago, le 20 janvier 1889.

Notice sur M. Aimé Pissis; par M. **Daubrée.**

« Peu d'explorateurs ont montré plus de dévouement et de persévérance que M. Aimé Pissis.

» Il y a soixante ans, dès sa première jeunesse, M. Pissis manifestait déjà ses aptitudes pour l'étude de la nature, en publiant d'intéressantes observations sur les terrains tertiaires lacustres du Plateau central de la France.

» En 1837, notre zélé compatriote quitta la France pour étudier la partie australe du Brésil, à l'exploration de laquelle il consacra quatre années. Un Mémoire où sont consignées ses principales observations a été inséré dans les *Mémoires des Savants étrangers*.

» Après un séjour en France de courte durée, l'Amérique du Sud attira de nouveau M. Pissis, qui se proposait d'étudier les massifs les plus élevés de la chaîne des Andes, tant dans leur relief que dans leur constitution. Les altitudes qu'il assigna à l'Illimani, au Nevado de Sorata et autres grandes cimes qui entourent le lac de Titicaca, se trouvent conformes à celles que, de son côté, M. Pentland avait déduites de ses Mémoires et dont M. Pissis n'avait aucune connaissance.

» Après cette exploration, M. Pissis accepta la proposition que lui fit le gouvernement du Chili de lever à grande échelle, comme chef de la Commission topographique, la Carte de cette contrée. C'était une occasion de poursuivre ses études favorites, à la condition toutefois de ne pas craindre de se livrer à des voyages difficiles, pénibles et périlleux souvent; car il s'agissait d'un pays très peu connu et accidenté par de très hautes montagnes. Ce grand travail, commencé en 1849, ne dura pas moins de vingt-quatre années. Pendant toutes ses explorations, M. Pissis ne manquait pas d'informer l'Académie des Sciences des principaux résultats de ses études. Les unes s'appliquent à la stratigraphie générale et aux diverses dislocations qui ont imprimé au continent sud-américain son relief actuel. C'est en quelque sorte l'histoire géologique de ce continent, racontée à grands traits, et comparée à celle de l'Europe, au double point de vue du synchronisme des terrains et de la direction des chaînes de montagnes. D'autres Mémoires ont pour but l'étude des phénomènes éruptifs et de leurs dépôts, filons métallifères et produits de la vulcanicité correspondant aux diverses périodes géologiques. L'auteur a eu la bonne fortune d'observer lui-même et de décrire l'éruption du volcan de Chillan commencée le 2 août 1860.

» Une Carte topographique et géologique du Chili à l'échelle de $\frac{1}{250000}$ et en treize feuilles témoigne hautement de l'importance des études de M. Pissis sur la seconde patrie que, comme notre ancien confrère Claude Gay, il avait adoptée. Les opérations très nombreuses qui ont servi au lever de cette Carte consistent principalement dans la mesure d'une chaîne de triangles de premier ordre qui s'étend depuis le 27ᵉ degré de latitude jusqu'au 38ᵉ degré.

» Dans un Ouvrage écrit en langue espagnole, intitulé *Geografia fisica de la Republica de Chile* et publié en 1875, M. Pissis a résumé, sous une

forme succincte, ses observations relativement à l'orographie, la géologie, la météorologie, l'hydrographie et la géographie botanique. L'Atlas qui l'accompagne donne, entre autres documents sur les massifs montagneux, le profil détaillé de la Cordillère sur un développement de 18° du nord au sud.

» Les corrélations géométriques que présentent les grands traits de la configuration du globe terrestre ont longtemps attiré l'attention de M. Pissis, qui a publié ses idées sur ce sujet.

» Il y a une vingtaine d'années, M. Pissis, qui avait ressenti le désir de revoir sa patrie, dut l'abandonner de nouveau pour se fixer définitivement dans le pays auquel il s'était si absolument consacré.

» M. Pissis fut nommé en 1886 Correspondant de notre Académie dans la Section de Géographie qui, en cette circonstance, prévint l'intention de la Section de Géologie où sa place était également marquée. Cet explorateur infatigable, courageux et si dévoué à la Science, est décédé le 20 janvier dernier à Santiago. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1889.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Charcot, Brown-Séquard, Verneuil, Bouchard, Marey, Richet, Larrey, Sappey et Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et de Quatrefages.

Prix Godard. — MM. Bouchard, Verneuil, Sappey, Brown-Séquard et Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Richet.

Prix Lallemand. — MM. Charcot, Brown-Séquard, Bouchard, Ranvier et Marey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Sappey.

Prix Bellion, fondé par Melle Fœhr. — MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Brown-Séquard et Larrey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et Marey.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences de Turin** annonce qu'elle vient d'ouvrir une souscription pour élever un monument à la mémoire de M. *Angelo Genocchi*, président de cette Académie et professeur de Calcul infinitésimal à l'Université royale de Turin.

M. **Mascart**, en annonçant à l'Académie l'achèvement de la tour construite par M. Eiffel, au Champ-de-Mars, s'exprime comme il suit :

« L'Académie n'apprendra pas sans intérêt que la tour construite par M. Eiffel atteint aujourd'hui la hauteur de 300^m. C'est un travail d'une importance exceptionnelle, dont la marche régulière, dans les limites de temps prévues d'abord, fait le plus grand éloge de l'ingénieur qui en a conçu le projet et dirigé l'exécution. Nous pouvons espérer, en outre, que ce monument fournira des ressources précieuses pour un grand nombre de recherches scientifiques. »

M. **Bouquet de la Grye** dépose sur le Bureau de l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, les Cartes suivantes, publiées pendant le mois de mars 1889 par le Service hydrographique de la Marine :

Nos 4241. Gabès (Tunisie).
4262. Canal de Suez.
4267. Abords de Copenhague.
4270. Ile Pago (canal de Morlacca, mer Adriatique).
4305. Port de Figueira (côtes de Portugal).
4323. Rades et chenaux de Tien-Yen (Tonkin).
4341. Chenal intérieur, du port de Kam-Fa à la pointe Pagode (Tonkin).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur certaines séries quadruplement périodiques*. Note de M. **É. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 18 mars 1889), j'ai indiqué certaines séries quadruplement périodiques dépendant de deux variables indépendantes. Pour donner un exemple très simple, je n'ai pris qu'un

cas particulier, me proposant seulement alors d'appeler l'attention sur un type de séries qui n'a pas été étudié jusqu'ici; dans la dernière séance, M. Appell a fait à ce sujet quelques remarques générales. Je voudrais, en quelques lignes, indiquer maintenant la pensée qui m'avait guidé dans cette recherche.

» Les fonctions précédentes ne sont en réalité pas nouvelles; elles rentrent dans la classe de ces fonctions que j'ai désignées sous le nom de *fonctions hyperabéliennes* (*Journal de Mathématiques*, 1885), et c'est en étudiant un cas particulier que je suis arrivé aux séries qui nous occupent. Les fonctions hyperabéliennes sont des fonctions de deux variables indépendantes u et v, restant invariables par des substitutions de la forme

$$\left(u, v, \frac{au+b}{cu+d}, \frac{a'v+b'}{c'v+d'}\right).$$

» Or prenons le cas très simple où les substitutions fondamentales du groupe sont au nombre de deux, et se réduisent à

$$(u, v, au, bv), \quad (u, v, a'u, b'v),$$

a, b, a' et b' étant des nombres positifs d'ailleurs quelconques. On pourra former dans ce cas particulier les séries étudiées dans la théorie générale (Mémoire cité); une particularité même se présente : un certain nombre entier, figurant dans ces séries et qui en général doit être supérieur à un, peut ici lui être égal. C'est ainsi qu'on obtient, comme série fondamentale dans la théorie, l'expression

$$\sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \frac{a^m b^n}{(ua^m b^n + i)^2} \frac{a'^m b'^n}{(va'^m b'^n + i)^2}.$$

Elle est définie pour toute valeur de u et v, à l'exception des valeurs de u et v correspondant à des points situés sur la partie négative de l'axe des quantités complexes. Cette série se ramène immédiatement à celle que j'ai donnée dans ma première Note en posant $u = ie^x$, $v = ie^y$. Les autres séries se déduiront de celle-là par des procédés analogues à ceux qui sont employés par M. Poincaré dans la théorie des fonctions fuchsiennes et zêtafuchsiennes. Ces dernières conduisent notamment aux fonctions de seconde espèce sous leur forme la plus générale. Il est d'ailleurs évident que, ces diverses séries une fois obtenues, on peut les étudier directement sans recourir aux considérations par lesquelles nous y sommes parvenu. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un fil dans un plan fixe.* Note de M. G. **Floquet**, présentée par M. Darboux.

« Considérons un fil homogène, flexible et inextensible, mobile dans un plan fixe et dont chaque élément ds est sollicité par une force $\mathrm{F}m\,ds$, m étant la masse de l'unité de longueur du fil. Imaginons que l'intensité de F et son inclinaison sur la vitesse de l'élément dépendent uniquement de la grandeur de cette vitesse. Puis supposons que, sous l'action des forces, le fil se meuve en conservant une figure permanente, c'est-à-dire en glissant sur une courbe fixe (C).

» Soit σ l'abscisse curviligne de l'élément ds, cette abscisse étant comptée sur (C) à partir d'un point déterminé fixe dans le plan; soient v la vitesse de cet élément, T sa tension et ρ le rayon de courbure. Il est clair que v dépend seulement du temps t, que ρ dépend seulement de σ, mais que T est fonction des deux variables indépendantes σ et t. En outre, si l'on projette F sur la tangente positive et sur la normale extérieure, les deux composantes obtenues seront des fonctions de v que je désignerai par $\varphi(v)$ et $\psi(v)$. Les équations du mouvement de glissement du fil s'écrivent donc ici

$$(1)\qquad \begin{aligned} m\frac{dv}{dt} - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \sigma} &= m\,\varphi(v), \\ \mathrm{T} - mv^2 &= m\,\rho\psi(v). \end{aligned}$$

» Or la seconde donne

$$\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \sigma} = m\,\psi(v)\frac{d\rho}{d\sigma},$$

et, en substituant dans la première, il vient

$$\frac{dv}{dt} - \varphi(v) - \psi(v)\frac{d\rho}{d\sigma} = 0,$$

équation à laquelle on satisfait de la manière la plus générale en posant

$$\frac{d\rho}{d\sigma} = n,$$

c'est-à-dire

$$(2)\qquad \rho = n\sigma + a$$

et

$$\frac{dv}{dt} = n\psi(v) + \varphi(v), \tag{3}$$

n et a étant deux constantes arbitraires.

» L'équation (2), qui définit la courbe (C), montre que cette courbe est toujours une spirale logarithmique, quelles que soient les fonctions φ et ψ; cette spirale est d'ailleurs arbitraire. L'équation (3) fait connaître la vitesse de glissement

$$t = \int_{v_0}^{v} \frac{dv}{n\psi(v) + \varphi(v)}.$$

Enfin l'équation (1) donne la tension qui doit être positive.

» La méthode précédente est en défaut lorsque $\psi(v)$ est identiquement nul, c'est-à-dire lorsque la force F et la vitesse ont même ligne d'action, ce qui aurait lieu, par exemple, pour une résistance de milieu suivant les lois habituelles. Le rayon de courbure ρ disparaît alors des formules, de sorte que la forme de la courbe (C) est arbitraire, ce qu'il est aisé de vérifier. Mais on voit que, si la figure permanente adoptée n'est pas la ligne droite, auquel cas ρ est fini, la vitesse et la tension restent complètement déterminées par les équations (3) et (1)

$$T = mv^2, \qquad \frac{dv}{dt} = \varphi(v).$$

» Par conséquent :

» *Lorsque l'intensité* F *de la force appliquée à un élément du fil et l'angle* α *qu'elle fait avec la vitesse de l'élément dépendent uniquement de la grandeur de cette vitesse, et que le fil se meut en conservant une figure permanente, si l'angle* α *diffère de* 0° *et de* 180°, *cette figure est toujours une spirale logarithmique.*

» *Quand* α *est constamment nul ou égal à* 180°, *la ligne de repos apparent du fil est de forme arbitraire; mais sur toutes les lignes courbes la vitesse de glissement et la tension sont à chaque instant les mêmes, pour une même vitesse initiale de glissement.*

» Ces résultats trouvent leur application lorsqu'on étudie l'influence de la rotation de la Terre sur le mouvement d'un fil dans un plan horizontal. Si, en effet, on choisit comme sens positif des σ et des v, sur la courbe (C), celui qui laisse le centre de courbure à gauche, on a, dans tous les cas,

pour les composantes tangentielle et normale de la force centrifuge composée,

$$\varphi(v) = 0, \qquad \psi(v) = 2\omega v,$$

ω désignant la rotation de la Terre projetée sur la verticale descendante. La figure de repos apparent du fil est donc une spirale logarithmique, la vitesse de glissement et la tension ayant pour expressions

$$v = v_0 e^{2n\omega t}, \qquad T = m v_0 e^{2n\omega t}[v_0 e^{2n\omega t} + 2\omega(n\sigma + a)].$$

» On connaît d'ailleurs ici des mouvements du fil autres que ce simple glissement. Par exemple, si l'on désigne par A, B, C, K des constantes arbitraires, et par u le trinôme $(-3A\omega t^2 + Bt + C)$, les valeurs suivantes de la tension T et des coordonnées polaires r et θ de l'élément ds,

$$r^2 = 4A(s + u + A), \qquad \theta = K + \omega t + \sqrt{\frac{s+u}{A}} - \operatorname{arc\,tang}\sqrt{\frac{s+u}{A}},$$

$$\frac{T}{m} = B^2 - 4A\omega(s + 4u - 3C)$$

satisfont aux trois équations aux dérivées partielles qui conviennent au mouvement général du fil. On reconnaît aisément que le mouvement particulier ainsi défini est un de ceux étudiés par M. Appell (*Acta mathematica*, 12 janv.), qui consistent en un glissement le long d'une courbe de forme invariable (ici une développante de cercle) animée d'un mouvement de rotation autour de l'origine des coordonnées.

» Ces considérations conduisent à certaines remarques touchant le mouvement d'un fil sur une sphère, lorsqu'on tient compte de la rotation de la Terre. Si l'Académie veut bien le permettre, je les développerai dans une Communication prochaine. »

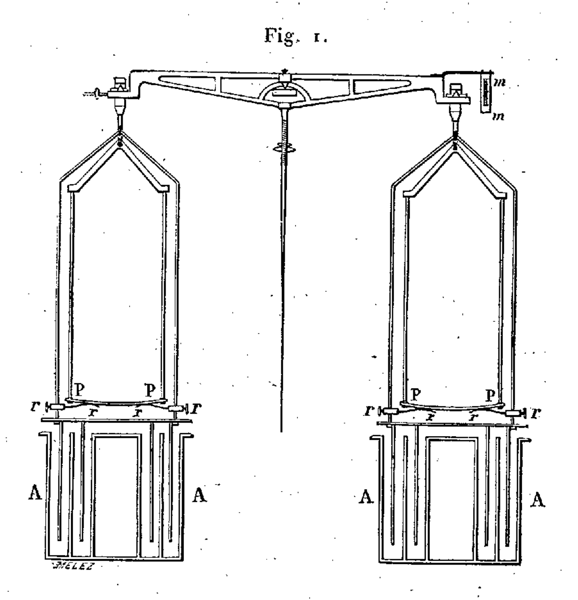
INSTRUMENTS DE MESURE. — *Sur une balance de précision apériodique et à lecture directe des derniers poids*. Note de M. **P. Curie**, présentée par M. Schützenberger.

« Cette balance a été construite dans le but d'accroître considérablement la rapidité d'exécution des pesées dans les laboratoires scientifiques et industriels. Les *fig.* 1 et 2 donnent une coupe verticale et une vue d'ensemble de l'instrument. Un microscope fixe M muni d'un réticule tra-

verse les parois de la cage. Il est braqué sur un *micromètre m*. Ce micromètre est fixé à l'une des extrémités du fléau et porte un grand nombre de divisions.

» Avec cet appareil, le commencement des pesées se fait comme de coutume, à l'aide d'une série de poids, mais on s'arrête dans les essais successifs à un poids relativement élevé (au poids de $0^{gr},2$ par exemple); on laisse ensuite le fléau s'incliner sous l'effet de la petite différence de charge qui reste entre les deux plateaux. La division du micromètre qui correspond au fil du réticule du microscope varie avec l'inclinaison du fléau et donne la différence de charge entre les plateaux avec une grande

Fig. 1.



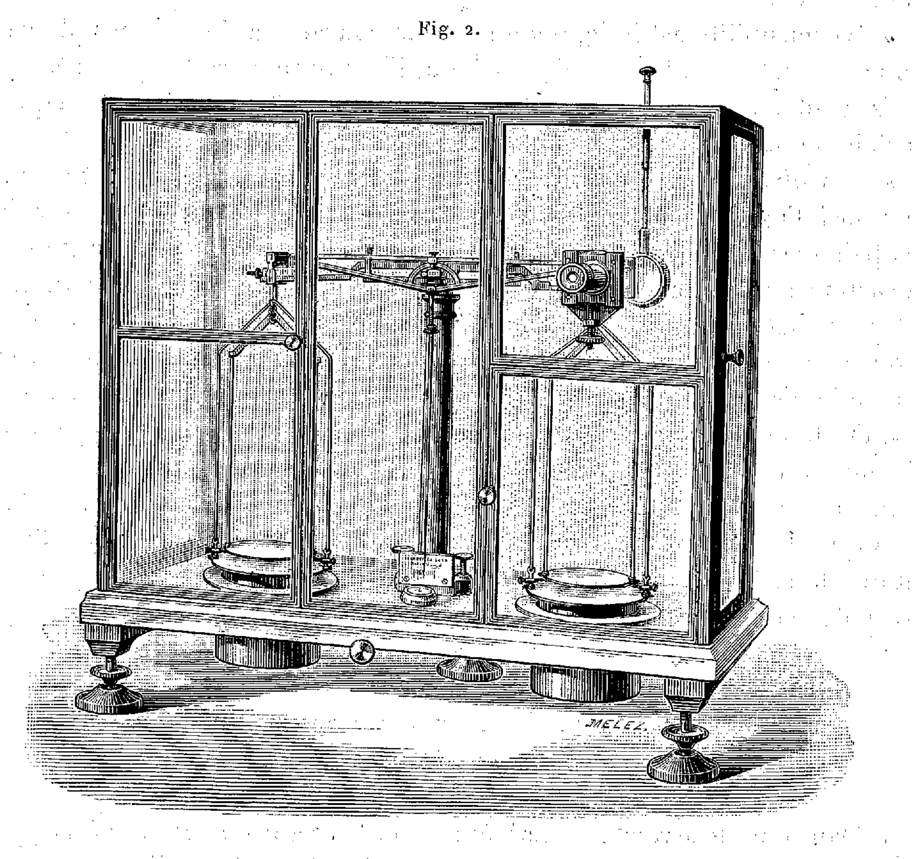
approximation (au $\frac{1}{10}$ de milligramme par exemple). On évite donc ainsi tous les essais relatifs aux poids les plus petits; c'est-à-dire la partie la plus longue et la plus délicate de la pesée.

» Un organe indispensable de l'appareil est l'*amortisseur à air* AA, qui empêche les oscillations de se produire et permet ainsi au fléau de se placer presque immédiatement dans la position d'équilibre.

» Après avoir essayé des amortisseurs magnétiques ou à liquide, j'ai fini par adopter, comme étant de beaucoup préférables, les amortisseurs à air. Ils se composent d'une ou plusieurs espèces de cloches (cylindres concentriques avec fond) suspendues au-dessous des plateaux et entraînées comme ceux-ci dans le mouvement de la balance. Au-dessous de ce

système de cloches, se trouve un autre système analogue, mais renversé et fixe. Les cylindres des systèmes supérieur et inférieur sont de diamètres un peu différents, si bien qu'ils sont emboîtés les uns dans les autres, mais sans se toucher jamais. La coupe donne un système en chicane (*fig.* 1). Quand le fléau s'incline, le système supérieur pénètre plus ou moins dans le système inférieur, la quantité d'air varie sous la cloche. L'air ne peut

Fig. 2.



pas circuler instantanément par le chemin long et rétréci qu'il est obligé de suivre entre les cylindres; il en résulte des variations de pression, qui durent un temps suffisant pour produire l'amortissement.

» On choisit ordinairement un amortissement tel que le mouvement de la balance commence à être apériodique sans charge dans les plateaux; avec la charge la plus forte dans les plateaux, on a alors deux ou trois oscillations rapides avant l'arrêt.

» Le micromètre est obtenu par un procédé photographique, il porte

des chiffres et des traits distants de $\frac{1}{20}$ à $\frac{1}{50}$ de millimètre. Ce micromètre est rectiligne, les divisions sont équidistantes et la lecture faite au réticule du microscope est proportionnelle à la tangente de l'angle d'inclinaison du fléau. Cette tangente est précisément proportionnelle à la différence de poids. On constate, par expérience, que la précision des lectures est supérieure au $\frac{1}{2000}$ de la plus grande différence de charge qui peut être lue au micromètre.

» La sensibilité est indépendante de la charge placée dans les plateaux. Pour que cette condition soit satisfaite, il est nécessaire que les arêtes des trois couteaux soient dans un même plan, et c'est précisément ce qui est parfaitement réalisé dans ces balances habilement construites.

» Les observations précises se faisant au microscope, on est amené à donner à l'appareil une sensibilité angulaire beaucoup plus faible que dans les balances ordinaires et, par conséquent, à augmenter considérablement la distance entre l'axe de suspension et le centre de gravité du fléau. Ainsi, dans une balance ordinaire de 500^{gr}, sensible à $\frac{1}{10}$ de milligramme, cette distance était de $\frac{2}{100}$ de millimètre; dans la même balance, transformée avec la nouvelle disposition, cette distance était de 2^{mm}. Cette circonstance favorise l'indépendance de la sensibilité et de la charge; car une très petite différence de niveau entre les arêtes des trois couteaux produit alors beaucoup moins d'effet pour diminuer la sensibilité. Il y a encore un autre avantage, c'est que les mouvements de la balance sont très rapides, la durée d'oscillation étant à peu près proportionnelle à la racine carrée de la distance entre l'axe de suspension et le centre de gravité ([1]). »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la transformation et l'équilibre en Thermodynamique*. Note de M. **P. Duhem**.

« Dans une Note récente, insérée sous ce titre aux *Comptes rendus* (p. 507 de ce Volume), M. Gouy s'exprime comme il suit : « La méthode employée » précédemment conduit à faire usage, en Thermodynamique, d'une *fonc-* » *tion nouvelle*, qui paraît présenter l'avantage de se rattacher d'une ma- » nière immédiate à la considération des cycles. » Cette fonction, qu'il

([1]) Les premiers essais relatifs à cette balance ont été faits à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris. La balance est construite par la Société centrale de produits chimiques.

nomme l'*énergie utilisable*, est définie par la formule

$$\mathcal{E} = E(U - TS) + W,$$

E étant l'équivalent mécanique de la chaleur, U l'énergie interne, T la température absolue, S l'entropie, W le potentiel des forces extérieures.

» Le savant auteur remarque que, dans certains cas, cette fonction se réduit au potentiel thermodynamique. Or, si l'on se reporte à la définition que j'ai donnée de cette quantité (*Le potentiel thermodynamique*, p. 8), on voit que je donne, pour définir cette fonction, l'égalité [égalité (7)]

$$\Omega = E(U - TS) + W.$$

Elle est donc identique à l'énergie utilisable de M. Gouy.

» M. Gouy énonce cette proposition : « Si l'énergie utilisable est mi-» nimum, le système est en équilibre stable ». Je dis (*loc. cit.*, p. 9) : « Lorsque le potentiel thermodynamique est minimum, le système est dans » un état d'équilibre stable. »

» M. Gouy définit la fonction $\mathcal{E}$ par cette propriété, que la variation changée de signe de cette fonction donne la valeur de ce qu'il nomme le *travail utilisable*. Ce travail utilisable est identique à ce que j'ai nommé, d'après les idées de Clausius, le travail *non compensé*, et j'énonce la proposition suivante (*loc. cit.*, p. 8) : « Le travail non compensé, produit dans » une modification isothermique du système, est égal à la variation changée » de signe de la quantité Ω. »

» Si l'on tient compte de ces rapprochements, si l'on observe en outre que je n'ai fait, dans mon Ouvrage sur le potentiel thermodynamique, qu'exposer des idées émises dès 1873 par J.-W. Gibbs, on arrivera sans doute à en conclure que la fonction étudiée par M. Gouy n'est pas *nouvelle*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la différence de potentiel au contact d'un métal et d'un sel du même métal.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Quand on fait écouler un métal liquide, le mercure par exemple, au sein d'un électrolyte, en réunissant par un fil métallique le métal qui s'écoule au métal de même nature qui se trouve dans le fond du vase où a lieu l'écoulement, on obtient en général un courant électrique.

» Si le métal qui s'écoule reste isolé, il prend dans un temps extrêmement court un potentiel fixe, différant parfois considérablement du potentiel du métal de même nature qui se trouve immobile dans le fond du vase, comme le montre un électromètre; ainsi cette différence s'élève à $0^{volt},52$ dans le cas du mercure s'écoulant dans une dissolution de sulfate de zinc. Aussi une pile dans laquelle une électrode est constituée par un métal qui s'écoule a-t-elle généralement une force électromotrice tout à fait différente de la force électromotrice de la même pile dans le cas où l'électrode liquide est immobile. Ces piles à écoulement ont un grand débit, et la mesure de leur force électromotrice se fait aussi facilement que celle d'une pile quelconque, par la méthode d'opposition avec un potentiomètre, en employant l'électromètre capillaire de M. Lippmann.

» Nous admettrons, comme on le fait généralement, que le métal qui s'écoule en gouttelettes dans un électrolyte se met au même potentiel que celui-ci, par ce fait que, tant que l'égalité de potentiel n'a pas lieu, chaque gouttelette est chargée d'une électricité, l'électrolyte de l'électricité contraire (l'existence de cette *couche double* est une conséquence nécessaire de la loi de Coulomb), et que, les gouttes enlevant constamment au métal qui s'écoule l'une des deux électricités, le potentiel de ce métal doit varier jusqu'à ce qu'il soit égal à celui de l'électrolyte. Dans les expériences indiquées ci-dessus, la différence de potentiel entre le métal qui s'écoule et le métal de même nature immobile représente alors la différence de potentiel entre l'électrolyte et le métal immobile (*différence de potentiel normale*).

» Les expériences que nous avons faites ainsi conduisent à la loi suivante :

» *La différence de potentiel normale entre un métal et la dissolution d'un sel de ce métal en contact avec lui est nulle.*

» Les métaux liquides employés ont été le mercure, l'amalgame liquide de cuivre et l'amalgame liquide de zinc, préparés à l'état de grande pureté par voie électrolytique. Ces amalgames de cuivre et de zinc se comportent dans une pile absolument comme du cuivre et du zinc solides. Ainsi, un élément Volta à sulfate de zinc et à amalgames de cuivre et de zinc a pour force électromotrice $0^{volt},985$; un Daniell à sulfate de zinc, sulfate de cuivre et amalgames de ces métaux a pour force électromotrice $1^{volt},063$.

» Voici le résultat des expériences qui mettent en évidence la loi indiquée ci-

dessus; les nombres indiqués représentent l'excès de potentiel du métal qui s'écoule sur le métal immobile :

	volt
Amalgame de zinc dans sulfate de zinc......	+0,002
» chlorure de zinc....	+0,001
» azotate de zinc.....	−0,001
Amalgame de cuivre dans sulfate de cuivre...	+0,001
Mercure dans azotate de mercure...........	0,000

(tandis que mercure dans sulfate de zinc donne $0^{\text{volt}},520$).

» Ces très petites différences de potentiel doivent être attribuées au défaut d'identité absolue entre le métal qui s'écoule, qui est très pur, et celui qui a séjourné au fond du vase au contact de l'électrolyte.

» En désignant par P, M et M' les métaux qui forment les pôles et chacune des électrodes d'une pile type Daniell, par S et S' les dissolutions des sels des métaux M et M' qui les baignent, sels de *même acide*, on a identiquement pour la force électromotrice E de cette pile

$$E = P|M + M|S + S|S' + S'|M' + M'|P;$$

d'après la loi de Volta, $M'|P + P|M = M'|M$ et, d'après la loi énoncée ci-dessus, $M|S = S'|M' = 0$; d'où

$$E = S|S' + M'|M.$$

» *La force électromotrice d'une pile type Daniell est la somme de la différence de potentiel des deux liquides au contact et de la différence de potentiel que présenteraient les deux métaux formant les électrodes, si on les mettait directement au contact.*

» Comme la force électromotrice d'une pile type Daniell est proportionnelle à la quantité de chaleur dégagée par la substitution du métal de l'anode au métal de la cathode dans un sel de même acide, il résulte de la loi précédente que :

» *La différence de potentiel de deux sels de même acide et de métaux différents au contact, augmentée de la différence de potentiel de ces métaux mis au contact, est proportionnelle à la quantité de chaleur dégagée par la substitution d'un des métaux à l'autre dans le sel de l'acide considéré.*

» On voit comment la théorie de la pile dite *du contact* s'accorde avec la théorie dite *chimique*, sans qu'on soit obligé de supposer que la grande différence de potentiel a pour siège le contact du métal attaqué et du liquide électrolytique, ce qui est inexact. »

TÉLÉPHONIE. — *Sur la téléphonographie*. Note de M. **E. Mercadier.**

« A la suite des perfectionnements récents apportés au *phonographe*, d'abord par l'inventeur, M. Edison, et, en même temps, par M. S. Tainter, qui a donné à son appareil très perfectionné le nom de *graphophone*, le problème de la *téléphonographie* s'est naturellement posé. Il s'agit de la transmission à distance, par une ligne télégraphique par exemple, des sons ou des paroles incrustés, en quelque sorte, par le style de la membrane du phonographe sur le cylindre de l'appareil, qui est recouvert d'une feuille d'étain dans l'ancien modèle et d'une couche d'une cire spéciale dans les nouveaux.

» Au mois de septembre dernier, après avoir assisté à des expériences faites avec un graphophone de M. Tainter, j'essayai de résoudre le problème ci-dessus indiqué. En attendant de pouvoir me servir d'un graphophone (celui que j'avais vu étant destiné et étant depuis lors renfermé au Conservatoire des Arts et Métiers), mes essais portèrent sur un ancien modèle de phonographe à feuille d'étain.

» La monture de la membrane de l'appareil fut modifiée, de façon à pouvoir substituer simplement au cornet acoustique qui sert à parler sur la membrane, soit un téléphone, soit un microphone.

» Pour le téléphone, la monture du phonographe est taraudée intérieurement et celle du téléphone extérieurement : on enlève le diaphragme de celui-ci, on le visse dans la monture du phonographe, jusqu'à ce qu'on vienne buter contre un arrêt, disposé de façon que les pôles de l'aimant du téléphone soient à une très petite distance de la membrane en fer du phonographe, qui peut ainsi servir de diaphragme téléphonique.

» Pour le microphone, il suffit de prendre un disque de sapin sur lequel sont montés, à la manière ordinaire, trois ou quatre cylindres de charbon, et de l'ajuster dans la monture du phonographe, de façon que les charbons soient à une petite distance de la membrane de l'appareil. Il est bon de garnir de feutre ou de caoutchouc les bords du microphone, pour que les vibrations des parois se communiquent le moins possible aux charbons, et que celles de l'air seules agissent sur eux. Il va sans dire que l'emploi du microphone exige celui de la pile et de la bobine d'induction ordinaires.

» Pour faire les expériences, on commence par visser sur la monture

du phonographe le cornet acoustique, et l'on inscrit sur la feuille d'étain des sons ou des paroles prononcés avec une grande énergie et une grande netteté, comme cela est malheureusement nécessaire pour obtenir des résultats avec cet instrument. Puis, on remplace le cornet soit par le téléphone, soit par le microphone, comme on vient de l'indiquer, en plaçant dans le circuit, ainsi qu'on le fait d'habitude dans les transmissions téléphoniques et microphoniques, deux téléphones servant de récepteurs.

» Dans ces conditions, en faisant passer le style du phonographe sur les traces imprimées d'abord sur la feuille d'étain, les vibrations du style, et, par suite, de la membrane produisent dans le téléphone transmetteur les effets ordinaires, et il en est de même dans le microphone, par suite de la transmission des vibrations de la membrane à l'air qui entoure les charbons et aux charbons eux-mêmes.

» Dans les deux cas on entend dans les téléphones récepteurs les sons émis ou les paroles prononcées d'abord dans le phonographe.

» Cette reproduction, malgré les transformations d'énergie intermédiaires et les pertes qui en résultent nécessairement, est très nette, au moins en tant que *reproduction;* car elle conserve naturellement les défauts inhérents au phonographe, savoir : articulations émoussées, prédominance de certaines voyelles, altération du timbre se traduisant par un nasillement peu agréable. Cependant, à cause même de la diminution d'intensité des effets, ce dernier inconvénient est aussi notablement diminué.

» L'introduction de grandes résistances dans le circuit ne change pas notablement l'*intensité* des effets reçus ; mais on améliorerait beaucoup la *qualité* en se servant des phonographes perfectionnés : c'est avec l'un d'eux que ces expériences, faites au mois d'octobre 1888, seront continuées sur une longue ligne télégraphique [1]. »

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction elliptique du quartz.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que le quartz présente, dans une direction oblique à l'axe, le phénomène de la double réfraction elliptique. Airy, dans une hypothèse

---

[1] On a annoncé récemment que M. Edison, avec son nouveau phonographe, a pu faire de la téléphonographie sur la ligne de New-York à Philadelphie, mais par des moyens beaucoup plus complexes que ceux qui viennent d'être indiqués.

ingénieuse, a imaginé que les deux rayons circulaires de Fresnel se transforment en deux vibrations de girations contraires, suivant deux ellipses semblables dont les grands axes sont à angle droit et bitangentes aux extrémités de l'un des axes.

» Un certain nombre de théories mathématiques (Cauchy, Mac Cullagh, Sarrau, Boussinesq, etc.) ont été publiées sur cette question et tout récemment un travail de M. Gouy a de nouveau attiré l'attention des physiciens sur ce sujet. Il ramène la théorie de ces phénomènes à la superposition des effets simultanés du pouvoir rotatoire et de la double réfraction, et donne des formules d'un intérêt remarquable.

» Sur les conseils de M. Macé de Lépinay, j'ai cru devoir reprendre l'étude expérimentale de cette question, au moyen d'une nouvelle méthode susceptible, je crois, d'une grande précision.

» Considérons un rayon de lumière polarisée rectilignement, tombant sur un cube épais de quartz taillé normalement à l'axe, de façon que le plan d'incidence se confonde avec la section principale du cristal, supposée horizontale par exemple. Si l'on désigne par $\frac{\delta}{2\pi}$ le retard en longueur d'onde des deux vibrations elliptiques d'Airy, qui se propagent avec des vitesses inégales, par K et $\frac{1}{K}$ les rapports des axes de ces ellipses, on obtient à la sortie du quartz une vibration elliptique dont le rapport des axes est $\operatorname{tang}\alpha$ et qui présente entre sa composante verticale et sa composante horizontale une différence de phase u. Si l'on pose $K = \operatorname{tang}\varepsilon$, suivant que la vibration incidente est perpendiculaire à la section principale (c'est-à-dire verticale) ou dans la section principale (c'est-à-dire horizontale, ou à 45°), on obtient les systèmes suivants d'équations :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \cos\frac{\delta}{2} &= \cos u \sin\alpha, \\ \operatorname{tang} 2\varepsilon &= \frac{1}{\sin u \operatorname{tang}\alpha}; \end{aligned}\right.$$

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \cos\frac{\delta}{2} &= \cos u \cos\alpha, \\ \operatorname{tang} 2\varepsilon &= \frac{\operatorname{tang}\alpha}{\sin u}; \end{aligned}\right.$$

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} \cos\delta &= \cos u \sin 2\alpha, \\ \operatorname{tang} 2\varepsilon &= \frac{1}{\sin u \operatorname{tang} 2\alpha}. \end{aligned}\right.$$

Il s'agit donc, pour obtenir dans chaque cas les valeurs de ε et de δ qui définissent le phénomène, de déterminer les angles u et α.

» La discussion de ces formules montre, tout d'abord, qu'il y a avantage à prendre u voisin de $\frac{\pi}{4}$; d'où l'emploi, comme compensateur, d'un mica quart d'onde pour le jaune, et gradué pour les autres radiations par une méthode connue ([1]).

» On aura évidemment un nombre plus restreint de mesures, mais les observations seront plus exactes. L'emploi d'un tel mica, substitué au compensateur employé par Jamin, permet d'éliminer les inconvénients qui proviennent du défaut de construction inévitable du compensateur et de la difficulté que présente son orientation exacte par rapport au polariseur et à l'analyseur.

» L'appareil se compose donc d'un polariseur, d'un cube épais de quartz placé sur une plate-forme au-dessus d'un limbe gradué, du mica quart d'onde ayant son axe dans le plan d'incidence ou dans la section perpendiculaire, et d'un spectroscope après la fente duquel se trouve un analyseur muni d'un limbe vertical.

» On opère de la façon suivante :

» On vise une radiation déterminée du spectre, une raie connue, et l'on isole cette radiation au moyen d'une fente oculaire; ensuite, agissant sur le cube, on l'incline de façon à amener une frange noire sur la raie. Pour cette radiation, u est donc déterminé par le mica; il reste à déterminer α. A cet effet, on a appliqué aux franges noires ainsi obtenues le principe des saccharimètres à pénombres. Derrière la fente du spectroscope, on a disposé une lame mince de quartz à deux rotations (différences de rotations 4° à 5°) dont la ligne de séparation est perpendiculaire à la fente. La frange présente alors deux parties inégalement noires; on arrive à l'égalité de teinte en agissant sur l'analyseur, ce qui détermine α.

» J'espère être bientôt en mesure de donner les premiers résultats obtenus par cette méthode. »

([1]) *Journal de Physique*, 2e série, t. IV, p. 267; 1885.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la loi de solubilité des gaz.* Note de M. **Woukoloff**, présentée par M. Troost.

« MM. Louguinine et Khanikoff et M. Wroblewski ont entrepris des recherches pour contrôler l'exactitude de la loi de Dalton sur la dissolution des gaz, en déterminant la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau sous des pressions plus grandes que celle de l'atmosphère. MM. Louguinine et Khanikoff ont trouvé que l'acide carbonique s'absorbe plus que ne l'indique la loi de Dalton et que la différence croît toujours avec la pression. De son côté, M. Wroblewski a découvert que l'absorption est toujours en retard, et que l'augmentation des pressions va plus vite que celle de la quantité de gaz dissous. Ces savants ont opéré dans des conditions peu favorables à la vérification de la loi de Dalton. En effet, cette loi, dans sa forme idéale, suppose qu'il n'y a aucune action chimique entre le liquide et le gaz en dissolution; or l'acide carbonique est susceptible de former des hydrates avec l'eau, comme l'a démontré M. Wroblewski, et les hautes pressions et les températures peu élevées dans les expériences de MM. Louguinine, Khanikoff et Wroblewski doivent favoriser la formation de ces hydrates.

» Mes déterminations ont été faites dans des conditions plus conformes aux exigences de la loi de Dalton. Je présente ici le résultat de mes recherches sur la dissolution de l'acide carbonique dans le sulfure de carbone sous de faibles pressions et à diverses températures. Les expériences avec des liquides aussi volatils que le sulfure de carbone peuvent surtout montrer la marche générale du phénomène, parce que les limites des erreurs sont très larges. En effet, la grande variation de la pression des vapeurs avec la température et, surtout, le changement considérable de cette pression sous l'influence de l'atmosphère gazeuse doivent influer beaucoup sur les résultats, quoique j'aie pris toutes les précautions possibles. Pour déterminer l'influence du gaz sur la pression des vapeurs, j'ai fait des expériences spéciales, et, pour diminuer les erreurs dans le résultat final, j'ai pris une quantité considérable (880^{gr}) de sulfure de carbone.

» Soient A la quantité de gaz dissous dans 1^{cc} de sulfure de carbone (réduit à $0°$ et 760^{mm}), P, t la pression et la température, et soient P_1, t_1, A_1, des valeurs correspondantes ($t_1 = t$). La loi de Dalton exige

$$\frac{A}{A_1} = \frac{P}{P_1}.$$

» Voici quelques résultats. Dans la première colonne se trouvent les températures des expériences à comparer; dans la seconde, les pressions de l'acide carbonique avec les erreurs probables; dans la troisième, les quantités de gaz dissous, aussi avec les erreurs, et enfin dans la dernière, $\frac{P}{P_1}$ et $\frac{A}{A_1}$ (toujours avec les erreurs).

» Les erreurs sont mises entre parenthèses.

20,53	410,25 + (1,5)	0,67281 — (0,00029)	$\frac{P}{P_1} = 4,057 + \begin{pmatrix} 0,001 \\ 0,023 \end{pmatrix}$
20,59	101,11 ± (0,2)	0,16723 + (0,00002)	$\frac{A}{A_1} = 4,023 + (0,001)$
13,04	478,05 — (0,78)	0,84427 + (0,00018)	$\frac{P}{P_1} = 2,442 + (0,011)$
13,04	918,5 + (1,5)	0,33244 + (0,00023)	$\frac{A}{A_1} = 2,540 - (0,002)$
7,08	452,93 — (0,2)	0,84818 — (0,00029)	$\frac{P}{P_1} = 2,442 + (0,008)$
7,1	185,5 — (0,7)	0,33395 — (0,00013)	$\frac{A}{A_1} = 2,540 + (0,002)$

» On voit que, si l'acide carbonique ne suit pas rigoureusement la loi de Dalton en se dissolvant dans le sulfure de carbone, les écarts sont très petits et du même ordre que ceux qu'il montre à l'égard de la loi de Mariotte. Aux basses températures son absorption est plus grande, et aux températures élevées elle est moindre que ne l'indique la loi de Dalton [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nitrile succinamique*. Note de M. **René Drouin**, présentée par M. Friedel.

« J'ai obtenu, en faisant réagir l'alcool ammoniacal sur le cyanure d'éthylène, en tubes scellés, pendant plusieurs heures, à la température de 110°, un corps parfaitement cristallisé, dont l'analyse conduit à la formule $C^4H^6Az^2O$.

» Ce composé se présente sous la forme de jolis cristaux clinorhombiques, incolores, à peine solubles dans l'alcool (1^{gr} par litre, à chaud), insolubles dans l'éther ordinaire, le chloroforme, l'essence de térébenthine, la benzine, l'éther de pétrole et le sulfure de carbone; altérables

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

lentement dans l'eau froide et, plus rapidement, dans l'eau chaude, avec dégagement d'ammoniaque.

» Soumis à l'action de la chaleur, ces cristaux se décomposent graduellement sans fondre, entre 210° et 220°, avec production d'un résidu brun, sublimation de petites aiguilles incolores et dégagement d'une odeur ammoniacale.

» Il est facile de voir que le composé $C^4H^6Az^2O$ représente une molécule de cyanure d'éthylène ($C^4H^4Az^2$), sur laquelle est venue se fixer une molécule d'eau. Suivant toute probabilité, il devait répondre à la formule de constitution

$$C^2H^4 \langle \begin{matrix} CO\,AzH^2 \\ CAz \end{matrix} .$$

» C'est ce que j'ai vérifié en le soumettant à une ébullition prolongée avec une solution aqueuse de potasse. Dans ces conditions, il se produit, d'une part, un abondant dégagement d'ammoniaque et, d'autre part, le résidu de l'opération acidulé par HCl, évaporé et soumis à une série de dissolutions fractionnées dans l'alcool et dans l'éther, fournit une matière blanche cristalline qui n'est autre que de l'acide succinique :

$$C^2H^4 \langle \begin{matrix} CO\,OH \\ CO\,OH \end{matrix} .$$

» Le composé dont il s'agit est donc le nitrile de l'acide succinamique :

$$C^2H^4 \langle \begin{matrix} CO\,AzH^2 \\ CO\,OH \end{matrix} ,$$

c'est un corps jouissant à la fois de la fonction amide et de la fonction nitrile. Il constitue donc le premier représentant d'une fonction mixte que la théorie faisait aisément prévoir, mais qui, à ma connaissance, n'avait pas encore été réalisée.

» L'insolubilité de ce produit et son altérabilité sous l'influence de la chaleur rendant sa purification très difficile, j'ai dû m'efforcer de l'obtenir parfaitement pur du premier coup. J'y suis parvenu en purgeant de toute trace d'air les tubes scellés dans lesquels j'opérais comme il a été dit plus haut.

» Il va sans dire que, si l'on employait de l'alcool trop aqueux, on devrait s'attendre à une hydratation plus complète du cyanure d'éthylène qui fournirait alors successivement la diamide succinique, $C^2H^4(CO\,AzH^2)^2$,

l'acide succinamique, $C^2H^4(COAzH^2, COOH)$, et l'acide succinique, $C^2H^4(COOH)^2$. Dans une première série d'expériences, j'ai fait usage d'alcool marquant 98°, 2 à l'alcoomètre de Gay-Lussac; dans une seconde série, j'ai obtenu des résultats encore meilleurs en employant de l'alcool absolu récemment préparé et vérifié. A moins de supposer que, malgré une distillation, un essorage et un séjour prolongé dans le vide sur l'acide sulfurique, mon cyanure d'éthylène n'ait pas été parfaitement sec, ou bien que l'alcool absolu saturé de gaz ammoniac anhydre ait absorbé en quelques instants, au cours des manipulations, une quantité d'humidité assez forte, il faut admettre que la molécule d'eau fixée sur le cyanure d'éthylène a été fournie par l'alcool lui-même et par l'ammoniaque, avec formation d'éthylamine, suivant la réaction

$$C^2H^4(CAz)^2 + AzH^3 + C^2H^5OH = C^2H^4(COAzH^2, CAz) + C^2H^5, AzH^2.$$

» Je n'ai pas réussi, il est vrai, à isoler la quantité relativement petite d'éthylamine ainsi formée du très grand excès d'ammoniaque qui reste à la fin de chaque opération. Mais je me suis assuré, d'autre part, que le composé $C^2H^4(COAzH^2, CAz)$ ne se produit pas lorsqu'on fait réagir l'alcool à 98, 2 pour 100 seul sur le cyanure d'éthylène. La présence de AzH^3 est donc nécessaire : ce qui est bien conforme à l'hypothèse suivant laquelle il entrerait directement en réaction ([1]) ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les alcaloïdes artificiels et naturels.* Note de M. Albert Colson, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une précédente Communication, j'ai indiqué la préparation d'une base $C^{22}H^{18}Az^2O^3$, fusible à 71°, 5, qui est l'éther diéthylique d'un diquinolyle de l'oxyphénylène. J'ai retrouvé la même base en soumettant à la réaction de M. Skraup une benzidine commerciale non purifiée et en conservant les proportions de matières et la marche indiquées dans ma première Communication. Cette benzidine m'a donné en outre un diquinolyle $C^{18}Az^2H^{12}$ qui n'est pas entraîné par la vapeur d'eau et qui est peu soluble dans l'éther et dans l'eau, même bouillante. Purifiée par des lavages à l'éther, cette base fond à 178°, point de fusion du diquinolyle décrit par MM. O. Fischer et Weidel.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Armand Gautier.

» *Chlorostannite.* — La base $C^{22}H^{18}Az^2O^3$, traitée par l'étain et l'acide chlorhydrique, laisse déposer par refroidissement des aiguilles prismatiques d'un beau jaune citron, fusibles à 135°, presque insolubles dans l'eau distillée, et qui répondent à la formule $C^{22}H^{18}Az^2O^3, 2SnCl^2$; car elles renferment :

Sn pour 100.........	31,60	au lieu de	32,06
H »	2,40	»	2,44

» *Chlorhydrate.* — Après avoir éliminé l'étain du chlorostannite par l'hydrogène sulfuré, on obtient un liquide qui, évaporé au bain-marie, puis dans l'air sec, donne un chlorhydrate jaune, cristallisé, très soluble dans l'eau, $C^{22}H^{18}Az^2O^3, 2HCl$. La base de ce sel, précipitée par AzH^3, est en effet incolore, fusible à 71°, verdit par le perchlorure de fer; en un mot, présente tous les caractères de la base primitive qui, par conséquent, ne paraît pas absorber aisément l'hydrogène.

» *Dérivé hexabromé* $C^{22}H^{12}Br^6Az^2O^3$. — L'eau de brome en excès, ajoutée à l'oxydiquinolyle dissous dans l'eau acidulée, précipite un corps jaune, caillebotté, insoluble dans l'eau, et dont le poids, après dessiccation à l'air sec, est 2,3 fois plus grand que le poids de la base employée. Cette augmentation de poids correspond sensiblement, soit à une addition, soit à une substitution de 6^{at} de brome pour 1^{mol} de la base. Le dosage de l'acide bromhydrique formé pendant la réaction indique une substitution. Le produit obtenu est soluble dans l'alcool, mais non dans les acides; il fond vers 130°, en se boursouflant et en se carbonisant. Il perd du brome quand on le traite par une solution alcoolique d'hydrogène sulfuré.

» *Quinine.* — La quinine en solution sulfurique étendue précipite abondamment par l'eau de brome. La nature du produit dépend de l'excès d'eau de brome et du degré de dessiccation auquel on le soumet. Tous les composés obtenus sont jaunes, caillebottés, très peu solubles dans l'eau, amers; ils se décomposent avant de fondre entre 160° et 180°, et ils perdent leur brome avec la plus grande facilité. Pendant leur préparation, il se fait toujours une petite quantité d'acide bromhydrique; cette quantité est variable; mais, dans mes expériences, elle n'a jamais atteint $1^{éq}$ par molécule de quinine. Dans l'action de l'eau de brome sur la quinine, il se forme donc des produits d'addition.

» *Tétrabromure de quinine* Quin + Br^4. — 5^{gr} de sulfate de quinine en solution acide, traités par 200^{cc} d'eau de brome à 3 pour 100, donnent un précipité jaune abondant dont le poids diminue à mesure que la dessiccation à l'air est plus complète et s'arrête à $7^{gr},5$ environ, ce qui correspond à une addition de 4Br. Toutefois, le produit obtenu possède encore une faible odeur de brome. Sa stabilité n'est donc pas très grande. Ce dérivé est amer, altérable par la chaleur, et ne donne plus la réaction de la quinine par l'eau de chlore et l'ammoniaque.

» *Tribromure de quinine et bibromure de quinine.* — Dans le but d'obtenir des produits plus stables, j'ai dissous dans l'alcool 5^{gr} de tétrabromoquinine, et, après avoir porté la dissolution à la température de 50°, j'ai fait passer un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à saturation. Après vingt-quatre heures de contact, à saturation, j'ai évaporé l'alcool au bain-marie. Il est resté un vernis transparent qui, repris par 30^{cc} ou 40^{cc} d'eau tiède, a laissé déposer par refroidissement une petite quantité de tribromo-

quinine solide. Cette base, recueillie sur un filtre et lavée à l'eau froide, a donné un chloroplatinate répondant à la formule

$$\text{Quin} + Br^3 + PtCl^4.$$

» La solution aqueuse précipitée par l'ammoniaque a déposé une base solide, blanchâtre, qui se charbonne vers 200°, et qui présente des apparences de fusion si on l'immerge brusquement dans un bain chauffé à 200°-210°. Cette base, soumise à l'analyse, a donné :

		La formule Quin + $Br^2 + 2H^2O$ exige
C pour 100.........	46,4	46,3
H »	5,43	5,38
Br »	30,1	30,70
Soufre.............	0	0

» Dissoute dans l'acide chlorhydrique et additionnée de chlorure de platine, cette base a fourni un chloroplatinate jaune pâle dont la composition est

$$\text{Quin}Br^2 + PtCl^4 + 2H^2O.$$

» Le mode de préparation de la base Quin + Br^2 montre que son *bromhydrate* est soluble dans l'eau et dans l'alcool.

» Le dérivé tribromé ne donne pas, comme la quinine, de coloration verte par l'eau de chlore et l'ammoniaque. Le dérivé bibromé se comporte de même; cependant, avec quelques produits j'ai obtenu cette coloration, surtout quand l'action réductrice a été prolongée pendant plusieurs jours.

» Il semble donc que l'action réductrice de l'hydrogène sulfuré ne s'arrête pas au dérivé bibromé, quoique la quantité de brome trouvée dans ces produits soit toujours de 30 pour 100. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse d'eau d'égout de Paris.* Note de M. Aymonnet.

« L'eau qui a été soumise à l'analyse a été prise au débouché du collecteur de Clichy, le 5 mars, entre 4h30m et 4h35m du soir. L'échantillon était constitué par 9lit d'eau, recueillis en plusieurs fois et à diverses profondeurs. La surface de l'eau du collecteur était à 5cm au-dessous du niveau 0 du plat-bord; la hauteur de la Seine au pont d'Austerlitz était de 3m,04. Les débits du collecteur et de la Seine étaient donc bien supérieurs, non seulement aux débits moyens annuels, mais encore aux débits

moyens hivernaux; par suite, la matière organique répandue à ce moment dans les eaux d'égout devait être plus diluée qu'en temps normal.

» Je n'ai dosé, dans ces eaux, que l'azote transformé en ammoniaque par la magnésie et l'eau bouillante (méthode Boussingault-Schlœsing), et l'azote total (moins celui des nitrates) obtenu par un traitement préalable à l'acide sulfureux, dessiccation, calcination, mesure en volume (méthode de Frankland).

» Dans chaque analyse, la quantité d'eau traitée était de 500^{cc}. Les nombres suivants sont rapportés au litre :

				Azote	
N^{os}.	Dates.		AzH^3.	correspond.	total.
1.	7 mars.	Eau d'égout naturelle	35,6	29,2	63,5
2.	8 mars.	Eau d'égout filtrée.........	35,6	29,2	»
3.	16 mars.	Eau d'égout filtrée.........	36,8	30,1	»
4.	22 mars.	Eau d'égout filtrée 2 fois ...	44,8	36,8	43,2

» Avant d'être filtrée, l'eau d'égout était renfermée dans un flacon bouché.

» Du 5 au 24 mars, la température du laboratoire a varié de 4° à 8°.

» D'après ces expériences, on voit que, sous l'influence de la fermentation putride, la quantité de matière organique capable de donner de l'ammoniaque sous l'action de la magnésie va en croissant avec le temps : fait constaté déjà par plusieurs savants, entre autres par M. Berthelot.

» En versant, dans les eaux d'égout naturelles ou filtrées, de l'hypochlorite de fer, on obtient immédiatement un précipité abondant, qui se rassemble d'autant plus vite au fond des vases que la quantité d'hypochlorite employée est plus considérable.

» La dissolution d'hypochlorite de fer dont j'ai fait usage a une densité de 1,27; elle renferme 333^{gr} d'hypochlorite par litre et contient, entre autres impuretés, 2^{gr},4 d'ammoniaque par litre.

» Les résultats suivants ont été obtenus en versant 0^{cc},5 d'hypochlorite par litre d'eau d'égout; ils sont corrigés de l'ammoniaque introduit avec le précipitant.

				Azote.	
N^{os}.	Dates.		AzH^3.	correspond.	total.
5.	10 mars.	Eau d'égout naturelle traitée et décantée...	36,2	29,6	29,9
6.	23 mars.	Eau d'égout filtrée, traitée et filtrée.......	43,1	35,4	35,8
7.	23 mars.	Matière restée sur le dernier filtre.........	»	»	7,1

» Si l'on compare cette seconde série d'expériences à la première, on est porté à croire que l'hypochlorite de fer ne précipite pas les matières

azotées susceptibles de donner de l'ammoniaque, sous l'influence de la magnésie, mais précipite entièrement les substances dites *albuminoïdes*.

» Lorsqu'on introduit dans les eaux d'égout $0^{cc},5$ d'hypochlorite de fer et plus par litre, on constate que la quantité de matière donnant de l'ammoniaque par la magnésie n'augmente pas avec le temps : elle demeure invariable. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence des anesthésiques sur la force des mouvements respiratoires*. Note de MM. **P. Langlois** et **Ch. Richet**, présentée par M. Verneuil.

« Des recherches déjà anciennes (Hutchinson, Krahmer) ont montré que l'homme et les animaux ne peuvent vaincre, pour l'inspiration ou l'expiration, la pression d'une colonne liquide offrant une certaine résistance. Nous avons vérifié ce fait et constaté que, d'une manière générale, on ne peut expirer ni inspirer à travers une colonne de mercure de 100^{mm} (1).

» I. Nous avons institué l'expérience en faisant respirer un chien trachéotomisé à travers une soupape de Muller, dont la construction a été légèrement modifiée par nous; dans chaque branche de la soupape, il y a une colonne de mercure de hauteur variable. Dans ces conditions, un chien peut respirer quelques instants quand la colonne est de 60^{mm}; mais c'est là un chiffre extrême et l'animal s'asphyxie rapidement. Pour que la respiration continue et pour qu'elle s'opère avec un rythme régulier, sans asphyxie menaçante, il faut que la colonne mercurielle n'ait pas une hauteur supérieure à 25^{mm} ou 35^{mm}. Alors la respiration peut s'établir pendant plusieurs heures. Elle est, il est vrai, très laborieuse; mais il n'y a pas danger d'asphyxie.

» II. Les choses ne se passent pas de même quand l'animal est soumis à l'action du chloroforme ou du chloral. Alors une pression très faible empêche la respiration : une pression faible (de 10^{mm}) asphyxie un chien qui est profondément chloralisé, alors que sur un chien normal elle gêne à peine les mouvements respiratoires.

---

(1) Tous nos chiffres sont exprimés en millimètres de mercure. Il y a pour l'homme des différences individuelles, notables, oscillant entre 80^{mm} et 140^{mm}.

» Quelques expériences ont été faites avec le chloroforme et la plupart avec le chloral. Mais les deux poisons, quand ils sont donnés à forte dose, produisent exactement les mêmes effets. Si nous avons de préférence employé le chloral, c'est qu'il se dose et se manie, au moins chez le chien, avec une facilité plus grande que le chloroforme. Donc, ce que nous disons du chloral s'applique aussi au chloroforme, ainsi que nous l'avons directement constaté.

» L'expérience suivante, que nous avons répétée nombre de fois, indique bien l'influence des anesthésiques sur la force des mouvements respiratoires. Un chien, profondément chloralisé, respire à l'air libre régulièrement et rythmiquement sans la moindre menace d'asphyxie; si alors on le fait respirer à travers une colonne de 10^{mm}, il ne franchit pas cet obstacle et s'asphyxie. Quand les efforts spontanés de respiration ont cessé, le cœur continuant à battre, on enlève la pression et on fait la respiration artificielle. Au bout d'une ou deux minutes, la respiration spontanée revient. Alors on rétablit la pression de 10^{mm} et, de nouveau, le chien s'asphyxie. On peut ainsi recommencer, avec le même résultat, deux ou trois fois de suite la même expérience; mais, finalement, les effets du chloral se dissipant, le chien peut, à un moment donné, franchir la colonne de 10^{mm} et il n'y a plus d'asphyxie possible avec cette faible pression que si on lui redonne une nouvelle dose de chloral.

» III. Ce n'est pas l'effort inspiratoire qui est paralysé par l'action toxique, c'est l'effort expiratoire. En effet, même profondément anesthésiés, les animaux inspirent quand la pression à l'inspiration est de 15^{mm}, de 20^{mm} et parfois de 25^{mm}; tandis que, si la pression à l'expiration est seulement de 10^{mm}, cela suffit pour amener l'asphyxie.

» L'explication est simple et conforme à ce que nous savons de l'action des anesthésiques et du mécanisme respiratoire. Les mouvements d'inspiration sont toujours *actifs*, tandis que l'expiration à l'état normal est purement *passive*, due à l'élasticité pulmonaire; elle a lieu mécaniquement quand l'effort inspiratoire a pris fin, sans aucune action musculaire. L'expiration n'est active que dans le cas d'une expiration volontaire ou d'une expiration réflexe. Or les mouvements volontaires et les mouvements réflexes sont paralysés par les anesthésiques. Donc, sur l'animal anesthésié, il ne peut y avoir d'expiration active; il ne reste plus qu'une expiration passive due à l'élasticité pulmonaire, laquelle n'est pas assez forte pour vaincre une colonne mercurielle de 10^{mm}. Si l'inspiration persiste, c'est

que, tout en étant toujours un phénomène actif, elle n'est ni volontaire ni réflexe, mais automatique, due à l'incitation du bulbe, qui est affaiblie, mais non abolie par le chloral.

» Au point de vue chirurgical, cela entraîne une conséquence immédiate; c'est qu'il faut, dans l'anesthésie chloroformique, maintenir les voies respiratoires absolument libres; car le plus léger obstacle à l'expiration, presque imperceptible pour un individu normal, deviendra infranchissable pour un individu anesthésié. Il nous a paru que les chirurgiens portaient surtout leur attention sur l'inspiration, tandis qu'ils devraient, suivant nous, porter surtout leur attention sur les obstacles à l'expiration, obstacles dont le principal est, comme on sait, la base de la langue au-dessus de l'orifice glottique [1] ».

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur l'action du venin de la Salamandre terrestre* (Salamandra maculosa). Note de M. **Abel Dutartre.**

« Plusieurs auteurs, Gratiolet et Cloetz, Rainey, Vulpian, Zalesky et Fatio se sont occupés du venin de la Salamandre terrestre : cependant, à ma connaissance, aucun travail n'a fait connaître l'action de ce venin sur les différentes fonctions organiques. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats des observations que j'ai pu faire sur des grenouilles, mes expériences sur les mammifères n'étant pas encore assez nombreuses pour permettre d'en tirer des conclusions certaines.

» L'action de ce poison, sur la grenouille, est caractérisée, comme l'ont indiqué divers auteurs, par une période convulsive violente, avec attaques tétaniques générales, à laquelle fait suite une période de paralysie, avec arrêt de la respiration et résolution musculaire complète. Selon la quantité de poison absorbée, cette période paralytique peut être suivie de la mort, avec arrêt du cœur en diastole, ou bien, d'un retour à la vie, avec reprise plus ou moins forte des attaques convulsives; mais, contrairement à ce qui a été signalé par plusieurs auteurs, toutes nos grenouilles en expérience, qui paraissaient guéries deux ou trois jours après l'empoisonnement, sont mortes dans un délai plus ou moins long. A l'autopsie, on con-

---

[1] Travail du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

state une anémie complète de tous les organes de la vie animale, et, souvent même, on a peine à recueillir quelques gouttes de sang dans le cœur.

» *a. Centres nerveux.* — Le venin provoque les convulsions par excitation directe des centres bulbaires et médullaires; l'encéphale n'a aucune action dans ce phénomène. Cette localisation est facile à démontrer au moyen des intoxications partielles, par exemple de membres ne communiquant plus avec les centres que par leurs nerfs.

» La sensibilité, bien que fort affaiblie, persiste néanmoins plus longtemps que la motricité, comme on peut le montrer par les excitants chimiques (exemple : dissolution d'acide acétique).

» Les nerfs moteurs sont tués, mais l'action du venin sur ces nerfs est compliquée par une action directe sur la fibre musculaire.

» *b. Muscles.* — La contractilité musculaire est abolie très rapidement; elle est même déjà fort affaiblie dès les premières convulsions, ce qui est mis hors de doute par les tracés obtenus en inscrivant les secousses musculaires des deux gastrocnémiens d'une grenouille intoxiquée, dont une patte est isolée par une forte ligature, comprenant toute la cuisse, sauf le nerf sciatique. Il ne m'a pas été possible de trouver une modification histologique de la fibre musculaire.

» *c.* La respiration reste normale pendant cinq à dix minutes après l'injection; puis, sur les tracés, on remarque une forte inspiration, suivie de cinq à six autres plus faibles et se reproduisant pendant quelques minutes. Les mouvements respiratoires deviennent bientôt de plus en plus violents et nombreux, jusqu'à la première attaque tétanique, où il y a arrêt respiratoire avec abaissement du plancher buccal. Entre chaque accès convulsif, la respiration peut se rétablir pendant quelques secondes. Au commencement de la paralysie, arrêt définitif persistant pendant toute la période d'immobilité.

» *d.* Le cœur paraît, à première vue, peu atteint par ce venin; cependant si, au moyen d'un cardiographe, on suit les modifications du cœur pendant l'empoisonnement, on obtient des tracés sur lesquels on remarque que :

» 1° Le nombre des battements varie à peine pendant l'empoisonnement;

» 2° Les différentes parties de la courbe cardiaque deviennent de plus en plus faibles à mesure que progresse la paralysie; entre autres modifications importantes, on peut signaler l'apparition d'un plateau de repos entre la systole de l'oreillette et celle du ventricule, contrairement à ce qui se passe à l'état normal chez les Vertébrés à sang froid.

» *Sang.* — Le venin de la Salamandre agit directement sur les globules sanguins, en les dissolvant. Si, dans une préparation microscopique de sang frais, on fait passer une goutte de venin dissous dans l'eau, on observe une fragmentation rapide de tous les globules. Pour éviter l'action directe de l'eau, on peut dissoudre le venin dans l'eau salée ou le sérum artificiel. Dans tous les cas, on observe une décomposition plus ou moins rapide, selon la quantité de poison. Pour suivre ce qui se passe dans l'animal empoisonné, j'ai fait des séries de préparations de sang à différentes périodes de l'intoxication. Après quelques heures, beaucoup de globules présentent un protoplasma granuleux, le noyau ayant disparu : à une période plus avancée, un plus grand nombre

de globules sont déformés et décomposés. Ceux qui sont restés intacts ont conservé la propriété de se colorer vivement par l'éosine, ce qui indique la persistance de l'hémoglobine; mais la plus grande partie des globules et du plasma sanguins a disparu.

» Des faits signalés, on peut conclure que rien ne permet de rapprocher, comme le fait M. Calmels, le venin de la Salamandre de celui du Scorpion, qui, d'après M. Joyeux-Laffuie, n'agit ni sur les muscles, ni sur le sang.

» Cette action spéciale sur chaque système organique est-elle due à la salamandrine, l'alcaloïde de Zalesky? De plus, où et comment se forme ce poison? Des recherches chimiques et histologiques déjà commencées permettront, j'espère, d'élucider ces questions [1]. »

ANATOMIE. — *Sur la signification histologique, le mode de formation et l'usage de la cavité péri-intestinale des Gordiens.* Note de M. **A. Villot**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Anton Schneider a représenté dans sa *Monographie der Nematoden*, Taf. XVI, *fig.* 10, une coupe transversale du *Gordius tolosanus*, prise à la partie antérieure du corps, en avant des organes génitaux. La coupe montre, dit l'auteur, « die Hautschicht, Muskelschicht und das zellige » Gewebe mit einer grossen Höhlung ».

» Cette cavité du parenchyme, signalée par Schneider en 1866, fut décrite et figurée de nouveau par Vejdovsky [2] en 1886, sous le nom de *cavité médiane* (*Medianhöhle*) ou de *lacune péri-intestinale* (*Perriintestinalraum*). Le naturaliste de Prague vit que la cavité péri-intestinale contient une matière granuleuse, réfringente et réfractaire aux réactifs colorants. Vejdovsky en conclut qu'il s'agit ici d'un tube excréteur (*Exkretionsröhre*) et donne à son contenu le nom de *masse sécrétée* (*Sekretmasse*). Il reconnaît d'ailleurs qu'il est difficile de trouver un équivalent morphologique pour cet organe; car ce soi-disant tube excréteur est dépourvu d'orifice, de parois propres et d'éléments anatomiques auxquels on puisse attribuer une fonction sécrétrice; mais il n'en considère pas moins cette cavité du

---

[1] Travail fait au Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Besançon, sous la direction de M. le professeur Charbonnel-Salle.

[2] *Zur Morphologie der Gordüden* (Zeitsch. für wissensch. Zool., Bd. XLVIII, p. 406).

parenchyme comme un organe *sui generis*, qui se forme de très bonne heure et dont la véritable nature ne pourra être définitivement déterminée que par une étude soignée du développement embryonnaire.

» J'ai émis l'avis en 1887, dans mon *Mémoire sur l'Anatomie des Gordiens* (p. 200), qu'il ne faut y voir qu'une cavité de régression; et, comme l'intestin s'atrophie et se contracte beaucoup chez les Gordiens adultes, j'ai attribué la lacune en question au retrait de l'intestin. Mon interprétation a été adoptée par Camerano, qui, dans ses *Ricerche intorno alla anatomia ed istologia dei Gordii* (p. 41), s'exprime ainsi :

» Io sono quindi intieramente della stessa opinione del Villot, il quale considera il *canale escretore* del Vejdovsky come uno spazio lasciato dal restringersi e dal regredire del intestino come « une cavité de régression de l'intestin ».

» Cette explication est cependant insuffisante pour rendre compte de tous les faits. L'intestin des adultes, examiné à la partie antérieure du corps, au-dessous du ganglion céphalique, présente la même régression, le même état de contraction qu'ailleurs, bien qu'il n'existe dans cette région aucune trace de la cavité péri-intestinale. Celle-ci descend chez le mâle plus bas que l'intestin et s'étend sur les côtés du cordon ventral, dont la gaine se trouve ainsi isolée du reste du parenchyme. Un autre fait, observé par Camerano, prouve aussi que la cavité péri-intestinale n'apparaît qu'après la formation du parenchyme et le retrait de l'intestin. Le zoologiste de Turin a représenté dans l'Ouvrage précité (Tav. V, *fig.* 2) une coupe transversale du *Gordius tolosanus* ♂ qui montre l'intestin à l'état de complète rétraction et la cavité péri-intestinale encore en partie occupée par trois cellules embryonnaires. Camerano en tire la conclusion que les cellules du parenchyme peuvent proliférer chez l'adulte et venir remplir le vide laissé par le retrait de l'intestin; mais cette supposition n'est pas fondée. Vejdovsky, qui avait aussi admis dans son premier travail cette prolifération des cellules du parenchyme, avoue dans le second qu'il n'a pu trouver un seul de ces éléments en voie de division.

» La cavité péri-intestinale représente, en réalité, la dernière phase de l'évolution des Gordiens. Elle se forme par la destruction et le refoulement des cellules du parenchyme qui avoisinent l'intestin et le cordon ventral. Ces cellules subissent la dégénérescence graisseuse et finissent par se résoudre en une substance granuleuse, de couleur jaunâtre, qui revêt intérieurement la cavité péri-intestinale et la remplit même complètement à ses deux extrémités. La matière graisseuse ainsi produite sert de nourriture

aux individus adultes vivant à l'état libre. Après avoir quitté leur hôte, les Gordiens deviennent en quelque sorte parasites d'eux-mêmes et absorbent, sous la forme d'éléments embryonnaires dégénérés, la partie de leur mésoderme qui n'a pas été utilisée par l'organogénèse. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la structure des Saprolégniées.* Note de M. **Marcus Hartog**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

« L'anatomie cellulaire a fait, dans ces derniers temps, de grands progrès, dus surtout au perfectionnement des procédés de coloration et des procédés d'inclusion dans le baume de Canada, ainsi qu'à l'emploi des objectifs à immersion homogène. J'ai voulu appliquer les mêmes méthodes à l'étude de la structure protoplasmique des Saprolégniées. Voici un aperçu des résultats que j'ai obtenus.

» Le noyau de ces plantes est vésiculaire; il contient un petit amas central de nucléine, entouré d'une couche d'hyaloplasme peu réfringent; ce qui fait que, vu d'ensemble sur la plante vivante et sous des grossissements insuffisants pour révéler l'amas central, il offre l'aspect d'une vacuole. Dans les filaments en voie de croissance et d'allongement, le noyau est fusiforme ou ovalaire, l'amas central est fort irrégulier; la couche d'hyaloplasme qui tapisse la paroi envoie à travers le suc nucléaire des brides pour suspendre l'amas central. Dans les zoospores actives ou enkystées, dans les sporanges à tout âge, et dans toutes les parties où il n'y a pas de croissance active, le noyau est sphérique, de même que son amas central, et la couche d'hyaloplasme remplit tout l'espace entre celui-ci et la paroi. Ces noyaux rappellent alors ceux des Protozoaires.

» La position des noyaux varie; ils se trouvent surtout à l'intérieur de la couche pariétale de protoplasme, mais on en voit aussi sur les brides qui traversent la cavité des plus grands filaments. Le protoplasme est chargé de granules protéiques, les microsomes; ceux-ci ont une forte réfringence, bien plus grande que celle des noyaux, qu'ils cachent d'ordinaire à l'état vivant. Dans le *Leptomitus lacteus*, qui ne contient que peu de microsomes, et dans les filaments d'*Achlya*, qui sont infestés par un *Pseudopora* qui détruit ces granules avant de tuer le protoplasme, il est possible d'étudier le noyau vivant et de contrôler ainsi les observations faites sur les préparations colorées. L'extrémité de tout filament en voie de croissance apicale, qu'il soit végétatif, radical ou reproducteur, ne renferme

aucun noyau; elle est occupée par un hyaloplasme homogène, sans vacuoles ni microsomes. La solution d'iode y précipite des granules foncés, très fins, qui sont probablement de nature glycogénique.

» Les noyaux se divisent par étranglement; mais on y peut constater aussi des phénomènes de karyokinèse. La division du noyau est précédée par de grands changements dans l'amas de nucléine. Celui-ci devient fort irrégulier et finit par se partager en deux moitiés, ayant la forme de croissants émoussés et dos à dos, avec une structure nettement fibrillaire. Ces croissants s'écartent et s'arrondissent; la paroi nucléaire s'infléchit alors pour les séparer et constituer ainsi les deux noyaux filles. Ce n'est que dans les filaments végétatifs et en pleine croissance qu'on trouve le noyau en voie de division. Il n'y a donc point de division nucléaire dans les sporanges; au contraire, à partir du moment où le filament s'allonge et où le protoplasme commence à s'y accumuler, la quantité de protoplasme paraît augmenter relativement au nombre des noyaux et aux dépens du suc vacuolaire. Chaque spore débute par la concentration du protoplasme autour du noyau, avec expulsion de suc protoplasmique dans les lacunes vacuolaires du sporange.

» Dans le stade dit *d'homogénéité*, les microsomes se fondent dans le protoplasme, qui devient ainsi plus clair et plus réfringent, malgré sa consistance écumeuse, laquelle est produite par la vacuolation signalée par M. Rothert.

» La séparation des spores n'est jamais complète à ce stade, contrairement à ce que j'avais admis d'après les observations de M. Rothert [1]. Les spores sont continues par leur protoplasme vers l'intérieur du sporange; les lignes de scission partent de la périphérie et les séparent d'abord en groupes formés de deux à cinq spores, lesquelles ne s'isolent que lentement; il s'ensuit qu'à ce stade, le stade de séparation définitive, il n'y a nulle part de division nucléaire, pas même dans le *Leptomitus lacteus*. Les observations contraires s'expliquent par le groupement des noyaux et par des illusions d'optique. La formation des zoospores consiste donc essentiellement en une ségrégation du protoplasme apocytial en cellules distinctes.

» On aperçoit, dans le protoplasme vivant de l'oosporange jeune, des vacuoles lenticulaires qui ont donné lieu à bien des interprétations. De Bary

---

[1] *Recent researches on the Saprolegnieæ; a critical abstract of Rothert's results* (*Annals of Botany*, II, 201; 1888).

a fort justement insisté sur le fait que ces vacuoles se déplacent, se rencontrent et se fondent ensemble. J'ai constaté que ces vacuoles sont, en réalité, des noyaux qui se présentent à tous les stades de conjugaison, et contiennent, par suite, de deux à quatre amas de nucléine. Plus tard, ces amas se résolvent en granulations fines, pour se réunir enfin en un seul amas sphérique. Ces noyaux composés se rassemblent par groupes dans l'intérieur des oosphères au premier état; dans l'oospore mûre, les noyaux se fondent en un seul, comme l'ont vu MM. Schmitz et Strasburger.

» On peut facilement constater que l'anthéridie et ses tubes ne déversent aucune substance ni dans l'oosporange ni dans les oosphères. Je crois pourtant avoir retrouvé dans les *Achlya* les *Spermamöben* de M. Pringsheim. Ce sont, en réalité, les amibes d'une Monadinée, le même *Pseudospora* déjà mentionné, qui s'attaque aux filaments de toutes mes cultures de Saprolégniées, et que j'ai vu pénétrer dans les oosporanges vivants. La question de l'apogamie de ce genre est donc résolue dans le sens affirmatif.

» J'ai étudié les phénomènes de végétation des *Saprolegnia Thureti* D. By, *torulosa* D. By, et *corcagiensis* mihi, du *Leptomitus lacteus* Ag. et des *Achlya prolifera* D. By et *recurva* Cornu. Ces deux dernières espèces m'ont donné également des fructifications sexuées. »

GÉOLOGIE. — *Lias, bajocien et bathonien, dans les chaînes subalpines entre Digne et Gap*. Note de M. **Haug**, présentée par M. Hébert.

« L'infra-lias et le lias inférieur des environs de Digne sont bien connus, grâce aux travaux de MM. Hébert, Garnier et Dieulafait. Plus au nord, M. Kilian a décrit le riche gisement de calcaires à Gryphées de Clamensane; mais ni lui ni Dieulafait n'ont pu découvrir la zone à *Avicula contorta* dans le nord des Basses-Alpes. Je n'ai pas été plus heureux qu'eux : le

---

([1]) Ces fossiles jurassiques des environs de Gap font maintenant partie des collections de la Faculté des Sciences de Grenoble; M. Lory a eu la bienveillance de me les communiquer pour l'étude.

Toutes les espèces citées dans la présente Note ont été déterminées dans le laboratoire de Géologie de la Sorbonne, placé sous la direction de M. Hébert. M. Munier-Chalmas a bien voulu me prêter son précieux concours dans tous les cas douteux.

point le plus septentrional où j'aie rencontré l'*Avicula contorta* est la localité de Barles. A la Saulce, dans les Hautes-Alpes, les couches les plus anciennes que l'on observe appartiennent sans doute à la zone à *Amm. angulatus :* ce sont des calcaires noduleux, bleu noirâtre, contenant des *Cardinia* et des *Ostrea*. Elles sont surmontées par des calcaires en gros bancs, dans lesquels j'ai trouvé une Ammonite mal conservée, du genre *Arietites*. Aux environs de Rochebrune et de Remollon, le lias inférieur paraît très pauvre en fossiles.

» Le lias moyen présente à sa base des calcaires analogues à ceux du lias inférieur, mais en général plus compacts et riches en nodules pyriteux; ils sont dépourvus de fossiles, sauf dans leurs couches supérieures, dans lesquelles les Bélemnites sont accumulées en quantité prodigieuse. C'est le niveau dans lequel Garnier a trouvé, près de Digne, *Amm. fimbriatus* et *Amm. Henleyi :* il constitue dans cette partie des Alpes un excellent point de repaire; je l'ai retrouvé à Entrages, au sud de Digne, à la Robine, à la Saulce, à Rochebrune et près du Lauzet, dans la vallée de l'Ubaye. Le banc supérieur présente des traces d'érosion : il est toujours très nettement séparé des couches à *Amm. margaritatus*, constituées dans le sud de la région par des argiles grises micacées en bancs compacts, passant dans le nord à des schistes noirs alternant avec des bancs calcaires de même couleur.

» C'est de ce niveau que proviennent les fossiles intéressants, mais malheureusement assez mal conservés, que Jaubert avait recueillis au Rousset et à la Chaux, non loin du confluent de la Durance et de l'Ubaye; j'ai pu déterminer les suivants [1] :

» *Belemnites elongatus* Mill., *Ammonites* (*Phylloceras*) *Sturi* Reyn., (*Lytoceras*) *fimbriatus* Sow., (*Amaltheus*) *margaritatus* Montf., (*Cycloceras*) *arietiformis* Opp., (*Harpoceras*) *retrorsicosta* Opp., *algovianus* Opp., *boscensis* Reyn., *Kurri* Opp., *Oxytoma sinemuriense* (d'Orb.).

» Aux environs de Digne, le lias moyen se termine par des calcaires gréseux, d'une teinte de rouille dans les parties exposées à l'air et caractérisés par la présence d'*Amm. spinatus* Brug., *Pecten æquivalvis* Sow. (très commun à Barles), *Pleuronectites velatus* (Goldf.).

» Ce niveau est immédiatement surmonté par les calcaires noduleux à *Amm. bifrons*, la zone à *Amm. serpentinus* faisant ici défaut, ainsi que l'a démontré M. Hébert. La limite entre le lias moyen et le lias supérieur est donc, aux environs de Digne, aussi tranchée que possible. Dans le nord des Basses-Alpes et dans la vallée de la Durance, il n'en est pas de même :

on voit les schistes et les calcaires noirs du lias moyen passer insensiblement à des schistes et à des marnes de même couleur, avec bancs calcaires intercalés.

» Près de Seyne et de Turriers, où l'ensemble des schistes et des calcaires du lias moyen et du lias supérieur atteint un développement considérable, les fossiles sont à peu près introuvables et les quelques restes que l'on rencontre sont entièrement indéterminables. A la Bâtie-Vieille, près de Gap, j'ai trouvé un grand échantillon d'*Amm.* (*Harpoceras*) *radians* Wright non Rein., qui indique la présence de la zone à *Amm. jurensis*. Dans les marnes noires qui terminent le lias supérieur, Jaubert a recueilli au sud-est de Gap un certain nombre d'espèces caractéristiques de la zone à *Amm. opalinus : Ammonites* (*Harpoceras*) *aalense* Ziet., *fluitans* Dum., *Murchisonœ* Sow., var. *tolutaria* Dum., *Beyrichi* Schloenb., *Turbo capitaneus* d'Orb., *Posidonomya opalina* Qu.

» La zone à *Amm. Murchisonœ,* à partir de laquelle tous les niveaux sont à l'état de calcaires, jusqu'au bathonien supérieur exclusivement, paraît très pauvre en débris organiques.

» La zone à *Amm. Sowerbyi* est très fossilifère à Digne (au quartier de Truyas) et aux environs de Gap ; elle contient plusieurs espèces des plus caractéristiques, telles que *Ammonites* (*Sonninia*) *Sowerbyi* Mill., *propinquans* Bayle, *n. sp. aff. Boweri* Buckm., (*Harpoceras*) *corrugatus* Douv., *gingensis* Waag., (*Phylloceras*) *connectens* Zitt.

» Les calcaires marneux de la zone à *Amm. Sowerbyi* font place peu à peu à des calcaires bleus très compacts représentant la zone à *Amm. contractus* Sow. (= *Sauzei* d'Orb.). J'ai pu en constater la présence aux Dourbes, près de Digne, à Barles, à Bayons et aux environs de Gap; M. Kilian l'a signalée entre Nibles et Clamensane. Elle contient en abondance de grosses Ammonites difficiles à dégager, parmi lesquelles les plus fréquentes sont *Amm.* (*Stephanoceras*) *Humphriesi* Sow. non d'Orb., et *vindobonensis* Griesbach.

» La zone à *Amm. Humphriesi* (aut. non Sow.) est représentée à Digne par les couches de Beaumont à Ammonites ferrugineuses, dont Garnier a donné une liste assez complète. Plus au nord elles paraissent perdre leurs caractères, mais la présence du même niveau avec fossiles calcaires aux environs de Gap ne laisse aucun doute.

» La zone à *Amm. subfurcatus* bien connue de Chaudon, près de Digne, se retrouve avec les mêmes Ammonites (*Phylloceras viator* d'Orb., *Cosmoceras subfurcatum* Ziet., *baculatum* Qu., *Garanti* d'Orb.) en aval et en amont de

Bayons, à Authon (M. Kilian) et aux environs de Gap, où elle contient un niveau à petites Ammonites ferrugineuses.

» Il est à peu près impossible de tracer, dans la région qui nous occupe, une limite précise entre le bajocien et le bathonien, la zone à *Amm. fuscus*, par laquelle débute ce dernier étage, présentant les mêmes caractères pétrographiques que la zone à *Amm. subfurcatus*. C'est le niveau supérieur de Chaudon avec *Amm.* (*Parkinsonia*) *neuffensis* Opp., (*Perisphinctes*) *procerus* Seeb., etc. Dans le nord des Basses-Alpes, il est loin d'être aussi fossilifère : c'est ici que viennent s'intercaler en quelques points des lentilles de gypse, comme celle qui, au nord-est de Bayons, se présente au-dessus des calcaires marneux avec *Amm. baculatus* et *viator*.

» Le bathonien supérieur est représenté par des schistes noirs à petites Ammonites ferrugineuses, parmi lesquelles MM. Vélain, Garnier, Kilian et de Grossouvre ont signalé *Amm. contrarius* d'Orb., *Julii* d'Orb., *retrocostatus* Gross. (= *subpunctatus* Schlippe), *Marioni* M.-Ch. : c'est la faune de la zone à *Amm. aspidoides*. J'ai trouvé aux Dourbettes, près de Digne, à cet horizon de belles *Posidonomya alpina* Gras, et au même niveau, avec cette dernière espèce, au quartier de la Justice, près de Gap, un assez grand exemplaire pyriteux, bien conservé, d'*Amm. Parkinsoni* Sow. »

M. **A. de Saint-Germain** adresse une Note sur la théorie cinématique du joint universel.

M. **G. Mac Laughlin** adresse, de Cincinnati (Ohio), une Note sur la structure intime des électrolytes.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

———

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mars 1889.
(*Suite.*)

Minutes of Proceedings of the Institution of civil Engineers; with other selected and abstracted Papers; vol. XCV, edited by James Forrest. London, published by the Institution, 1889; 1 vol in-8°.

Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia. Published by order of the Government of Netherlands India, under the direction of Dr J. P. Van der Stok. Vol. VIII, 1883, 1884 and 1885; vol. X, 1887. Batavia, printed at the Government printing Office, 1888; 2 vol. in-f°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. — Negende Jaargang 1887; *door* Dr J.-P. Van der Stok. Batavia, Landsdrukkerij, 1888; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er avril 1889.

Le centenaire de 1789. *Évolution politique, philosophique, artistique et scientifique de l'Europe depuis cent ans; par* Georges Guéroult. Paris, Félix Alcan, 1889; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Lippmann.)

Les cimetières au point de vue de l'hygiène et de l'administration; par L. Bertoglio. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. in-18.

Misère et grandeur de l'humanité primitive; par Mme Stanislas Meunier. Paris, Alcide Picard et Kaan; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Lyon. — Ethnographie. — Démographie. — Sol. — Topographie. — Climatologie; par le Dr E. Clément. Lyon, Henri Georg, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard et renvoyé au concours de Statistique.)

Rapport sur un projet de langue scientifique internationale; par le Dr Ad. Nicolas. Clermont (Oise), Daix frères, 1889; br. in-8°.

Nouveau Dictionnaire de Chimie; par Émile Bouant. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Thérapeutique des maladies infectieuses. Antisepsie. Cours de Pathologie générale professé à la Faculté de Médecine de Paris pendant l'année 1887-1888

par CH. BOUCHARD, recueilli et publié par le Dr P. LE GENDRE. Paris, F. Savy, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Le terrain crétacé supérieur des Pyrénées (*suite*). — *Étage sénonien des Pyrénées occidentales; par* M. HÉBERT. Émile Colin, imprimerie de Lagny, 1888; br. in-8°.

Recherches sur la Flore pliocène de Java; par M. L. CRIÉ; br. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Modèle représentatif de la marche d'un tremblement de terre, construit par M. SÉKIYA; br. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon; tome septième, 1888, n° IV. Lyon, H. Georg, 1888; br. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; Part III, october-december 1888. Philadelphia, 1888; 1 vol. in-8°.

Publicationen der V. Kuffner'schen Sternwarte in Wien (*Ottakring*), herausgegeben von Dr NORBERT HERZ; 1. Band. Wien, Wilhelm Frick, 1889; 1 vol. in-4°.

Memorias del Instituto geográfico y estadistico; Tome VII. Madrid, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CVI des « Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences » est en distribution au Secrétariat.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Expressions approchées du contour de l'ellipse et de la surface de l'ellipsoïde, en fonction des deux moyennes arithmétique et géométrique des demi-axes;* par M. **J. Boussinesq**.

« I. Comme la surface de l'ellipse est proportionnelle au carré de la moyenne géométrique des demi-axes, il est assez naturel de chercher à exprimer de même le contour de l'ellipse soit par un terme proportionnel ou à cette moyenne géométrique, ou à la moyenne arithmétique des demi-axes, soit, à défaut d'un pareil terme, par une fonction linéaire de ces deux

moyennes. En procédant ainsi, l'on reconnaît aisément que, sauf dans le cas d'une excentricité voisine de 1, *la longueur totale de l'ellipse égale très sensiblement celle d'une circonférence, dont le diamètre serait l'excédent de trois fois la moyenne arithmétique des demi-axes sur une fois leur moyenne géométrique*.

» En effet, prenant le demi grand axe, a, pour unité de longueur et appelant, par suite, $(1-e^2)^{\frac{1}{2}}$ le demi petit axe b, dont le rapport à a est la racine carrée de l'excès de l'unité sur le carré e^2 de l'excentricité, nous aurons, pour les deux moyennes arithmétique et géométrique des demi-axes, développées par la formule du binôme suivant les puissances de e^2,

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{a+b}{2} &= 1 - \frac{e^2}{4} - \frac{e^4}{16} - \frac{e^6}{32} - \frac{5e^8}{256} - \ldots, \\ \sqrt{ab} &= 1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3e^4}{32} - \frac{7e^6}{128} - \frac{77e^8}{2048} - \ldots. \end{aligned}\right.$$

Or ces deux moyennes, comparées au rayon

$$(2)\qquad R = 1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3e^4}{64} - \frac{5e^6}{256} - \frac{175e^8}{16384} - \ldots$$

d'une circonférence $2\pi R$ équivalente au contour de l'ellipse (tel que l'exprime sa formule classique en série), se trouvent excédées, par R, des deux quantités respectives

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} R - \frac{a+b}{2} &= \frac{e^4}{64}\left(1 + \frac{3e^2}{4}\right) + \frac{145e^8}{16384} + \ldots, \\ R - \sqrt{ab} &= 3\,\frac{e^4}{64}\left(1 + \frac{3e^2}{4}\right) + 3\,\frac{147e^8}{16384} + \ldots, \end{aligned}\right.$$

dont la seconde est presque exactement le triple de la première. Il vient, en effet,

$$(4)\qquad \frac{1}{3}(R - \sqrt{ab}) - \left(R - \frac{a+b}{2}\right) = \frac{e^8}{8192} + \ldots;$$

et cette équation du premier degré en R, résolue par rapport au diamètre 2R, donne

$$(5)\qquad 2R = 3\,\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab} - \frac{3e^8}{8192} - \ldots.$$

» On voit combien peu, tant que l'excentricité reste faible, le diamètre 2R de la circonférence équivalente en longueur à l'ellipse est surpassé par

son expression approximative $3\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab}$. La comparaison de celle-ci avec la valeur exacte calculée au moyen des Tables elliptiques de Legendre montre que l'approximation se maintient assez grande, suffisante pour les besoins de la pratique, tant que l'excentricité e reste inférieure à l'unité d'au moins trois ou quatre centièmes; car, pour $e = \sin 75° = 0,9659$ $\left(\text{ou pour } \frac{b}{a} = 0,2588\right)$, l'erreur n'atteint pas encore le cent-cinquantième du résultat; et, pour $e = \sin 70° = 0,9397$ $\left(\text{ou pour } \frac{b}{a} = 0,3420\right)$, elle s'élève seulement aux 0,003 du résultat. Pour $e = \sin 80° = 0,9848$ $\left(\text{ou } \frac{b}{a} = 0,1736\right)$, elle en est environ la soixante-huitième partie, et commence, par conséquent, à devenir sensible dans des applications ordinaires.

» II. La surface de l'ellipsoïde, dont les trois demi-axes a, b, c, rangés par ordre de grandeur décroissante, peuvent s'écrire, en prenant le plus petit pour unité de longueur,

$$(6) \qquad a = (1 - e^2)^{-\frac{1}{2}}, \qquad b = (1 - k^2 e^2)^{-\frac{1}{2}}, \qquad c = 1 \qquad (\text{avec } e < 1,\ k < 1),$$

comporte une expression analogue, où figurent encore les deux moyennes arithmétique et géométrique des demi-axes $\frac{1}{3}(a + b + c)$, $\sqrt[3]{abc}$, mais applicable seulement quand l'excentricité la plus grande, e, est assez notablement inférieure à l'unité. *Cette aire de l'ellipsoïde égale alors, à très peu près, celle d'une sphère qui aurait pour rayon* R *les quatre cinquièmes de la moyenne arithmétique des demi-axes plus un cinquième de leur moyenne géométrique.*

» En effet, d'après la formule connue de l'aire en question, on aura

$$4\pi R^2 = 2\pi + 2\pi \frac{ab}{e} \int_0^e \frac{(1 - k^2 e^2 u^2)\, du}{\sqrt{(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)}},$$

ou, vu les valeurs (6) de a et b,

$$(7) \qquad R = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2e\sqrt{(1 - e^2)(1 - k^2 e^2)}} \int_0^e \frac{(1 - k^2 e^2 u^2)\, du}{\sqrt{(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)}}}.$$

» Développons-y par la formule du binôme, suivant les puissances de u^2, la fonction sous le signe $\int$. Il viendra

$$\left\{ \begin{aligned} &[(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)]^{-\frac{1}{2}} \\ &\quad = 1 + \frac{1 + k^2}{2} u^2 + \frac{3 + 2k^2 + 3k^4}{8} u^4 + \frac{5 - 2k^2 + 5k^4}{16} (1 + k^2) u^6 + \ldots, \end{aligned} \right.$$

et

$$\frac{1 - k^2 e^2 u^2}{\sqrt{(1-u^2)(1-k^2u^2)}} = (\text{les termes ci-dessus}) - k^2 e^2 u^2 - \frac{k^2}{2}(1+k^2)e^2u^4 - \ldots$$

» Par suite, l'intégrale qui figure sous le radical de (7) a, toutes réductions faites, la valeur

$$e\left[1 + \frac{1+k^2}{6}e^2 + \frac{9 - 34k^2 + 9k^4}{120}e^4 + \frac{25 - 66k^2 + 25k^4}{560}(1+k^2)e^6 + \ldots\right],$$

et son quotient par $2e\sqrt{(1-e^2)(1-k^2e^2)}$, ou son produit par

$$\left\{\begin{array}{l}\frac{1}{2e}[1 - (1+k^2)e^2 + k^2e^4]^{-\frac{1}{2}} \\ \quad = \frac{1}{2e}\left[1 + \frac{1+k^2}{2}e^2 + \frac{3 + 2k^2 + 3k^4}{8}e^4 + \frac{5 - 2k^2 + 5k^4}{16}(1+k^2)e^6 + \ldots\right],\end{array}\right.$$

est

$$(8) \quad \frac{1}{2} + \frac{1+k^2}{3}e^2 + \frac{4 + k^2 + 4k^4}{15}e^4 + 2\,\frac{4 - 3k^2 + 4k^4}{35}(1+k^2)e^6 + \ldots.$$

» La relation (7) devient donc, après addition de $\frac{1}{2}$ à (8) et extraction de la racine carrée encore par la formule du binôme,

$$(9) \quad \left\{\begin{array}{l} R = 1 + \frac{1+k^2}{6}e^2 + \frac{43 + 2k^2 + 43k^4}{360}e^4 \\ \qquad + \frac{1427 - 1310k^2 + 1427k^4}{15120}(1+k^2)e^6 + \ldots.\end{array}\right.$$

Or, d'une part, la moyenne arithmétique $\frac{1}{3}(a+b+c)$ des demi-axes, ou $\frac{1}{2}\left[(1-e^2)^{-\frac{1}{2}} + (1-k^2e^2)^{-\frac{1}{2}} + 1\right]$, est, de même,

$$(10) \quad \frac{a+b+c}{3} = 1 + \frac{1+k^2}{6}e^2 + \frac{1+k^4}{8}e^4 + \frac{5 - 5k^2 + 5k^4}{48}(1+k^2)e^6 + \ldots;$$

d'autre part, la moyenne géométrique $\sqrt[3]{abc} = [1 - (1+k^2)e^2 + k^2e^4]^{-\frac{1}{6}}$ a pour développement analogue

$$(11) \quad \left\{\begin{array}{l} \sqrt[3]{abc} = 1 + \frac{1+k^2}{6}e^2 + \frac{7 + 2k^2 + 7k^4}{72}e^4 \\ \qquad + 7\,\frac{13 - 10k^2 + 13k^4}{1296}(1+k^2)e^6 + \ldots;\end{array}\right.$$

et la formule (9) devient aisément

$$(12)\quad R = \frac{4}{5}\frac{a+b+c}{3} + \frac{1}{5}\sqrt[3]{abc} - \frac{34 - 85k^2 + 34k^4}{11340}(1+k^2)e^6 - \ldots.$$

» C'est donc avec une erreur de l'ordre de e^6 que le rayon R de la sphère équivalente en surface à l'ellipsoïde s'exprime linéairement par les deux moyennes arithmétique et géométrique des demi-axes. Ainsi, la formule approchée

$$(13)\qquad R = \frac{4}{5}\frac{a+b+c}{3} + \frac{1}{5}\sqrt[3]{abc}$$

est moins exacte, pour les petites valeurs de e, que la formule analogue

$$2R = 3\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab},$$

propre à fournir le contour de l'ellipse, et dont l'erreur atteint seulement l'ordre de e^8.

» Il est dès lors naturel qu'elle soit plus inexacte aussi pour les fortes valeurs de e.

» C'est ce qu'ont montré quelques calculs numériques faits dans les deux hypothèses extrêmes $b=c$, $b=a$, c'est-à-dire $k=0$, $k=1$. Pour $k=0$ (ellipsoïde de révolution *allongé*), la formule approchée donne des résultats par excès, comme l'indique, tant que e est assez petit, le signe du terme écrit de (12) : l'erreur relative y atteint $\frac{1}{16}$ quand

$$e = \sin 75^\circ = 0,9659,$$

$\frac{1}{117}$ quand $e = \sin 60^\circ = 0,8660$, enfin seulement $\frac{1}{950}$ environ quand

$$e = \sin 45^\circ = 0,7071.$$

Pour $k=1$ (ellipsoïde de révolution *aplati*), la même formule (13) se trouve approchée par défaut, comme l'indique encore le dernier terme écrit de (12) : l'erreur relative y est d'ailleurs $\frac{1}{30}$ quand $e = \sin 75^\circ$, $\frac{1}{157}$ quand $e = \sin 60^\circ$ et $\frac{1}{1060}$ environ quand $e = \sin 45^\circ$.

» On voit que la formule approchée (13) n'entraînera pas une erreur en plus ou en moins supérieure aux 0,002 environ du résultat, sur l'aire $4\pi R^2$ de l'ellipsoïde, quand l'excentricité maxima e ne dépassera pas $\sin 45^\circ$, ou quand le rapport $\sqrt{1-e^2}$ du plus petit axe au plus grand axe excédera $\frac{1}{\sqrt{2}}$, c'est-à-dire sept dixièmes environ. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Fixation de l'azote par la terre végétale nue, ou avec le concours des Légumineuses;* par M. **Berthelot.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une nouvelle suite à mes expériences sur la fixation de l'azote libre par la terre et par les végétaux : ces nouveaux travaux comprennent 64 expériences méthodiques, exécutées pendant l'année 1888 et dont l'exposé occupe plus de 200 pages dans le numéro d'avril des *Annales de Chimie et de Physique*. En les résumant ici, je dois prévenir le lecteur que je ne saurais lui fournir dans ces quelques pages qu'une notion fort imparfaite de l'étendue et de l'importance des résultats; c'est au Mémoire complet que je prends la liberté de renvoyer les personnes qui s'intéressent à ces problèmes.

» Les expériences actuelles font suite, je le répète, aux recherches que je poursuis depuis 1883, dont j'ai commencé la publication en 1885 (¹) et que j'ai développées depuis dans divers autres Mémoires (²). Si je rappelle ces dates, c'est que je suis heureux de voir que plusieurs savants se sont engagés depuis dans la voie que j'avais ouverte et viennent aujourd'hui confirmer et étendre mes découvertes sur la fixation de l'azote libre par la terre végétale.

» J'ai repris, en effet, la question de la fixation de l'azote atmosphérique dans le cours de la végétation et j'ai réussi à établir, par des preuves certaines, que cette fixation avait réellement lieu, principalement dans certaines terres végétales, en donnant naissance à des composés organiques complexes, de l'ordre des albuminoïdes, tandis qu'elle ne se produisait pas dans les mêmes terres stérilisées. Ces phénomènes et divers autres tendent à faire attribuer la fixation de l'azote aux microbes contenus dans la terre. C'était là un résultat inattendu, qui déplaçait tout à fait le problème.

» J'ai montré, en outre, dans une publication faite au mois d'août 1888 (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 372), que la fixation de l'azote est exaltée par certaines plantes, telles que les Légumineuses. Ces divers résultats viennent d'être confirmés d'une manière directe pour la terre, par les expériences de M. Franck, de Berlin; et d'une manière indirecte, par un grand

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CI, p. 775.

(²) *Voir* les Mémoires développés, *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XIII, p. 5 à 120; t. XIV, p. 473 à 503.

travail de MM. Hellriegel et Wilfarth, publié en novembre 1888, et relatif entre autres à l'ensemencement, par un extrait aqueux fait avec de la terre végétale, de sols stérilisés, au sein desquels les Légumineuses se développent ensuite, en même temps que l'azote atmosphérique est fixé.

» Les expériences que je présente aujourd'hui forment avec les précédentes un ensemble, qui ne laissera, je l'espère, subsister aucun doute sur ces doctrines nouvelles, si essentielles pour l'Agriculture.

» Le fait même de la fixation de l'azote par la terre étant démontré par mes recherches antérieures, je me suis spécialement proposé, dans les études présentes, d'examiner d'une façon comparative cette fixation opérée par le concours de la terre et des Légumineuses, et d'en préciser le caractère. J'ai opéré sur trois terres argileuses, inégalement riches en azote; chacune d'elles étant étudiée à l'état nu, ou bien ensemencée avec six espèces de Légumineuses, telles que vesce, lupin, trèfle, jarosse, *Medicago lupulina*, luzerne. Je me suis placé dans trois conditions différentes, savoir : à l'air libre, sous un abri transparent où l'air circulait librement, enfin dans des cloches de 45 litres, hermétiquement closes, mais où l'on pouvait introduire de l'acide carbonique et faire au besoin circuler de l'air purifié.

» Dans toutes ces expériences, il y a eu fixation d'azote : en deux mois, cette fixation sous cloche s'est élevée jusqu'à 11 centièmes de l'azote initial (238^{kg} par hectare, pour une épaisseur de 18^{cm}); à l'air libre, sans abri, en 19 semaines, jusqu'à 41,3 centièmes de l'azote initial (517^{kg} par hectare sous l'épaisseur de 18^{cm}); à l'air libre, sous abri, en 21 semaines, avec une autre terre jusqu'à 35,8 centièmes de l'azote initial (735^{kg} par hectare sous l'épaisseur de 18^{cm}). Ces chiffres mêmes devraient être fort accrus, si on les rapportait à une épaisseur de 50^{cm}; comme il semble permis de le faire d'après mes expériences antérieures, où j'ai constaté que l'absorption de l'azote se fait pareillement dans toute la profondeur d'un pot de cette dimension.

» Les résultats que j'ai obtenus sont résumés dans une série de Tableaux, trop étendue pour être reproduite ici. Je me bornerai à en donner trois, pour caractériser les phénomènes.

TABLEAU I — *Absorption de l'azote par la terre nue.*

		Azote initial.		Durée.	Gain d'azote en centièmes du poids initial.	Gain calculé pour une surface d'un hectare. Épaisseur : 18^{cm}.
Terre nue.	Terre de l'enclos.	0^{gr},9744 par kilogr. sec; 45^{gr} environ de matière organique.	sous cloche.........	8 sem.	8,6	87^{kg}
			à l'air libre, sous abri.	12 sem.	7,3	74
			sans abri...........	11 sem.	9,5 brut. 8,8; eau de pluie déduite	89
	Terre de la terrasse.	1^{gr},655 par kilog. sec; 50^{gr} environ de matière organique....	sous cloche.........	7 sem.	2,2	38
			à l'air libre, sous abri.	13 sem.	5,8	95
			sans abri...........	11 sem.	9,5 brut. 9,1; eau de pluie déduite.	150
	Terre du parc.	1^{gr},7444 par kilogr. sec; 90^{gr} environ de matière organique.	sous cloche.........	7 sem.	4,3	78
			à l'air libre, sous abri............	11 sem.	6,1	110
			sans abri...........	11 sem.	2,1 brut. 1,7; eau de pluie déduite	30

» Ainsi, la terre nue, dans les conditions où j'opérais, a absorbé de l'azote; sauf dans deux cas, où les quantités absorbées, voisines de 2 centièmes, ne dépassent guère les erreurs d'expériences. Cette absorption a été particulièrement marquée avec la terre de l'enclos, la plus pauvre en azote et dès lors la plus apte à en fixer. La fixation de l'azote a été la même sensiblement avec la terre de l'enclos, sous cloche et à l'air libre, sous abri et sans abri : ce qui montre combien est minime l'influence exercée sur cette fixation par les apports dus soit à l'eau de pluie, soit aux gaz ammoniacaux de l'atmosphère illimitée. Une seule forte pluie, telle que celle de la fin de juin, a entraîné par drainage plus d'azote que toutes les eaux météoriques réunies de la saison n'en avaient apporté. Dans tous les cas, la terre s'est trouvée dans les conditions d'une nitrification, peu active d'ailleurs, c'est-à-dire dans les conditions d'une oxydation lente.

» Avec les deux autres terres, moins aptes à fixer l'azote, les influences atmosphériques ont été plus sensibles : sans doute à cause des apports de microbes divers, par les poussières atmosphériques et les eaux météoriques. Quoi qu'il en soit, le fait fondamental de l'absorption de l'azote par certaines terres, que j'ai déjà établi par tant d'expériences, reçoit de celles-ci une nouvelle confirmation.

» Venons maintenant à la fixation de l'azote, opérée avec le concours de la végétation des Légumineuses.

» Voici deux Tableaux relatifs à la vesce et à la luzerne :

TABLEAU II. — *Vesce.*

		Durée.	Gain total d'azote en centièmes.	Gain total d'azote par hectare ([1]).	Gain de la terre en centièmes réel.	Gain de la terre en centièmes apparent ([2]).	Gain de la plante en centièmes de l'azote total.	Gain de la plante en centièmes de l'azote de la graine.	Partie aérienne. Partie souterraine.
Terre de l'enclos	sous cloche	6 sem.	6,7	94 kg	11,2	11,6	— 4,5	— 43	p. a... —34 p. s... — 9
	à l'air, sous abri.	11 sem.	21,3	273	11,1	13,5	+ 7,8	+202	p. a... 99 p. s... 103
	sans abri	11 sem.	24,6	316	5,0	8,4	+16,2	+373	p. a... 200 p. s... 173
Terre de la terrasse	sous cloche	6 sem.	8,8	183	10,0	10,6	+ 1,8	— 17	p. a... —10 p. s... — 7
	à l'air, sous abri.	11 sem.	13,4	275	2,7	6,8	+ 4,6	+327	p. a... 153 p. s... 174
	sans abri	11 sem.	15,9	328	2,5	6,2	+ 9,7	+514	p. a... 206,5 p. s... 207,5
Terre du parc.	à l'air, sous abri.	11 sem.	11,2	238	4,9	6,7	+ 4,5	+217	p. a... 97 p. s... 120
	sans abri	12 sem.	14,8	295	3,6	6,4	+ 8,4	+337	p. a... 152 p. s... 185

TABLEAU III. — *Luzerne.*

		Durée.	Gain total d'azote en centièmes.	Gain total d'azote par hectare.	Gain de la terre en centièmes réel.	Gain de la terre en centièmes apparent.	Gain de la plante en centièmes de l'azote total.	Gain de la plante en centièmes de l'azote de la graine.	Partie aérienne. Partie souterraine.
Terre de l'enclos.	air libre, sous abri.	19 sem.	37,5	468 kg	9,1	11,0	26,5	1174	p. a. 1re récolte 152 p. a. 2e récolte 399 p. s. 621
	sans abri.	19 sem.	41,3	517	9,4	13,0	28,3	1322	p. a. 1re réc. 126 p. a. 2e réc. 394 p. s. 802
Terre de la terrasse.	air libre, sous abri.	20 sem.	28,4	600	15,0	16,3	12,1	1010	p. a. 1re réc. 139 p. a. 2e réc. 425 p. s. 446
	sans abri.	18 sem.	29,1	589	8,8	9,9	19,2	1361	p. a. 1re réc. 250 p. a. 2e réc. 514 p. s. 597
Terre du parc.	sous cloche.	16 sem.	5,3	109	6,5	6,5	—1,2	—30	p. a. — 20 p. s. — 10
	air libre, sous abri.	21 sem.	35,8	735	12,6	14,0	21,8	1647	p. a. 1re réc. 104 p. a. 2e réc. 457 p. s. 1086
	sans abri.	21 sem.	27,3	538	7,5	9,9	17,4	1523	p. a. 1re réc. 110 p. a. 2e réc. 498 p. s. 915

([1]) Épaisseur, 18cm. On a retranché le poids de l'azote apporté par la pluie et par l'arrosage.

([2]) C'est-à-dire rapporté à 1 kilogramme de terre. Tandis que le gain réel comprend seulement l'azote contenu dans la terre finale du pot, en déduisant la matière minérale fixée sur la plante.

» Résumons ces Tableaux et les conclusions qui s'en dégagent.

» Pour la *vesce*, avec la terre de l'enclos et celle de la terrasse, sous cloche, le gain d'azote a été notable; à peu près le même pour la première terre avec la plante que pour la terre nue. Dans les deux cas, c'est la terre qui a gagné; la plante ayant perdu une partie de son azote initial, parce que son développement n'a point été amené à dépasser le terme auquel la plante pouvait emprunter l'azote combiné des milieux ambiants. Les racines et parties souterraines ne renfermaient d'ailleurs que la moindre partie de l'azote de la plante : ce qui montre que cette portion de la plante n'est guère intervenue.

» Au contraire, lorsqu'on a opéré à l'air libre, les doses relatives d'azote fixé sur le système ont été beaucoup plus fortes : doubles ou triples, avec les terres de l'enclos, de la terrasse et du parc, de ce qu'elles étaient avec la terre nue. Elles ont été également doubles ou triples de ce qu'elles étaient avec la vesce sous cloche. Le gain relatif a été le plus fort avec la terre de l'enclos, c'est-à-dire avec la terre plus pauvre en azote; mais les gains absolus sont du même ordre avec les trois terres.

» Ce gain n'a porté d'ailleurs que pour une fraction sur la terre; une fraction, souvent beaucoup plus considérable, ayant été fixée sur la plante, dont l'azote initial (celui de la graine) a doublé, triplé et même quintuplé.

» Ce n'est pas tout : circonstance remarquable, le gain d'azote réalisé sur la plante a eu lieu à peu près également sur la partie aérienne et sur la partie souterraine; cette dernière l'emportait même dans plusieurs circonstances. Ce rapport de l'azote gagné à l'azote initial est aussi à peu près celui de la matière organique dans les deux régions : remarque qui s'applique également aux plantes suivantes. De tels résultats montrent le rôle prépondérant joué par les racines des Légumineuses, concourant avec la terre dans la fixation de l'azote. L'azote qu'elles accumulent n'est pas tiré des profondeurs du sol, comme on l'a souvent supposé, mais fixé sur place.

» C'est cependant à la terre qu'elles semblent l'emprunter; ou plutôt, il paraît se faire entre la terre et les racines de la plante une sorte d'alliance, d'union intime et de vie commune, due à l'intervention des microbes de la terre, et en vertu de laquelle l'azote, fixé grâce à ceux-ci, se transmet à la plante elle-même. Les microbes du sol paraissent trouver dans les racines un support et un milieu favorable, qui exalte leur activité. Mes observations à cet égard s'accordent avec celles de MM. Hellriegel et Wilfarth.

» L'influence prépondérante du sol sur la fixation de l'azote, influence que j'ai reconnue il y a quelques années, reçoit par là une confirmation nouvelle et une caractéristique plus complète.

» Cet enrichissement simultané de la terre et de la plante en azote,

qui s'observe avec les Légumineuses, n'a pas lieu d'une manière nécessaire, ni pour toutes les familles végétales. Parmi celles-ci, il en est, comme je l'ai montré pour les Amarantes, qui sont susceptibles d'enlever au sol une portion de son azote, portion supérieure parfois à l'azote que le sol a fixé. *A fortiori* cet appauvrissement du sol peut-il être constaté avec les plantes qui en épuisent dans une proportion plus considérable encore l'azote combiné, comme on l'admet depuis longtemps pour les Graminées.

» La fixation de l'azote n'a pas lieu d'ailleurs d'une façon exclusive, ou même prédominante, par les végétaux inférieurs proprement dits, tels que moisissures, champignons, algues microscopiques, etc., qui peuvent se développer à la surface du sol et dont j'ai signalé plus d'une fois l'existence. En effet, si ces végétaux étaient le siège de la fixation de l'azote, la couche superficielle du sol où ils se développent devrait être la plus riche en azote; or j'ai constaté à maintes reprises, par l'analyse, que cette couche n'offre à cet égard aucune prédominance et qu'elle tendrait même à se montrer un peu moins riche en azote que la masse totale. C'est donc dans celle-ci que résident les agents fixateurs d'azote, quelle qu'en soit la nature.

» Les tubercules développés par les racines des Légumineuses sont-ils le siège spécial de ces microbes? Sans vouloir trancher cette question, je me bornerai à dire que le jus de ces tubercules, répandu sur la terre nue, stérilisée ou non, ne lui a pas communiqué, dans les essais que j'ai exécutés, une aptitude spéciale à fixer l'azote.

» Rappelons à cet égard que les seuls faits absolument certains, pour établir l'existence des microbes du sol, fixateurs d'azote, sont : la stérilisation du sol par la chaleur, la fixation de l'azote à l'état de composés complexes analogues aux albuminoïdes, phénomènes que j'ai découverts, et l'expérience nouvelle de MM. Hellriegel et Wilfarth sur l'aptitude d'une infusion de terre végétale à restituer la propriété fixatrice d'azote à un sol stérilisé et ensemencé de Légumineuses. Ce sont ces faits qui servent de base à la théorie des microbes du sol, fixateurs d'azote, théorie que j'ai introduite dans la Science, il y a plusieurs années. Si elle n'est pas encore complètement éclaircie, cela, hâtons-nous de le dire, ne touche en rien la démonstration du fait fondamental que j'ai découvert; à savoir, la fixation de l'azote par l'intermédiaire de la terre végétale, agissant tantôt seule, tantôt, comme dans les expériences actuelles, avec le concours des racines de Légumineuses.

» Les plantes concourent-elles à cette fixation par leur partie aérienne? C'est un point qui réclame une étude nouvelle. Il me paraît difficile de

contester en principe que cette fixation immédiate ait lieu, dans une certaine mesure, sous l'influence continue de l'électricité atmosphérique à faible tension. En effet, j'ai établi, par des expériences directes, que les principes organiques les plus divers, et notamment les hydrates de carbone, qui forment la masse principale des tissus végétaux, fixent l'azote libre sous l'influence des tensions électriques, même faibles, et de l'ordre de celles que l'électricité atmosphérique possède d'une façon normale au voisinage du sol. Cette fixation d'azote est donc une conséquence nécessaire des lois générales de la Physique et de la Chimie, au même titre que la fixation de l'oxygène atmosphérique sur les principes immédiats des végétaux. Mais, pour l'azote comme pour l'oxygène, la fixation une fois admise, de nouvelles études devront déterminer le mode et la limite de cette fixation, ainsi que sa corrélation avec les phénomènes biologiques. J'y reviendrai.

» Quoi qu'il en soit de ce point spécial, il est démontré par mes expériences que l'azote libre est fixé, tant sur le sol que sur la plante, et le poids d'azote ainsi fixé peut être considérable. Sur le sol nu, sous cloche, il a atteint, en deux mois, avec la terre de l'enclos, près de 90^{kg} par hectare. Ce chiffre reste à peu près le même, soit sous cloche, soit à l'air libre, avec ou sans abri. Avec la terre de la terrasse, la diversité de ces trois conditions ne semble pas exercer davantage une influence décisive; en 11 semaines, avec cette terre nue, la fixation peut s'élever jusqu'à 150^{kg}, par hectare calculé.

» Ces valeurs devraient-elles être doublées, ou triplées, pour les rapporter à une période de six mois, et triplées encore une fois, pour les rapporter à une couche de terre nue de 55^{cm}; ce qui les porterait, par hectare calculé, vers 300^{kg}, à une épaisseur de 18^{cm}, et, même vers 900^{kg}, pour une épaisseur de l'ordre de celle qui intervient dans le cours de la végétation? C'est ce que je ne voudrais pas décider, le maximum d'effet étant peut-être limité dans les conditions où j'opérais.

» A plus forte raison le maximum est-il limité, lorsqu'il s'agit de la végétation d'une plante, qui tend à évoluer dans l'espace et la surface confinés d'un pot. Or, pour cette dernière condition, les fixations d'azote observées en 3 mois ont souvent dépassé 300^{kg} avec la vesce, par hectare calculé. Cette fixation doit être influencée, en raison de la multiplicité des pieds semés dans un même pot, où la densité de la végétation se trouve beaucoup plus forte que lors de la culture normale de la même plante en pleine terre. Mais si l'azote fixé sur un poids donné de matière se trouve

accru, par contre la plante ainsi resserrée est loin d'atteindre la même grandeur et le même développement qu'en plein champ : du moins dans sa partie aérienne, car les racines prennent, au contraire, un développement extrême. Tels quels, les résultats observés sont tout à faits décisifs, au point de vue de la fixation de l'azote.

» L'espace ne me permet pas de m'arrêter ici aux observations, non moins détaillées, que j'ai faites sur le lupin, la jarosse, le trèfle et le *Medicago lupulina*.

» C'est la *luzerne* qui a donné les gains d'azote les plus forts de tous : gains s'élevant à 500^{kg}, 600^{kg}, et même au delà de 700^{kg}, par hectare calculé; en cinq mois à la vérité, c'est-à-dire en un temps presque double des expériences faites sur la vesce. Sous cloche, la luzerne ne s'est guère développée mieux que le lupin; mais à l'air libre, avec ou sans abri, l'azote s'est accru jusqu'aux 30 et 40 centièmes de sa dose initiale dans le système total (terre et plante réunies). L'influence de l'absence d'abri, c'est-à-dire celle des eaux de pluie, a été minime, comme d'ailleurs dans les cas précédents.

» Ce gain d'azote n'a porté sur la terre que pour une dose limitée; quoique la terre se soit enrichie réellement, en même temps que la plante. La terre ne renfermait souvent que le tiers ou le quart de l'azote total fixé sur le système; dose comparable en gros à celle observée avec la vesce et le *Medicago lupulina*. Mais l'azote de la luzerne a pris plus d'accroissement que dans aucun autre cas, la dose en étant devenue jusqu'à 16 fois celle de l'azote de la graine; le *Medicago lupulina* se rapproche cependant de la luzerne à cet égard. La grandeur de la fixation d'azote sur ces deux plantes est certainement liée avec la durée plus longue des expériences faites sur elles et avec le degré plus avancé de leur végétation.

» L'azote fixé sur la luzerne se rapportait surtout à la partie souterraine; tandis que la partie aérienne de la première récolte n'en contenait qu'une fraction relativement faible; celle de la seconde récolte était plus notable.

» Cette prépondérance des racines de la luzerne s'accorde avec l'accumulation des matières minérales tirées du sol, qui caractérise les racines de cette plante. Non seulement les racines remplissent de leur chevelu tout l'intérieur du pot, mais elles fixent sur elles-mêmes et dans la trame de leurs tissus une dose énorme de matière minérale; de telle sorte que les racines laissent par calcination jusqu'à 80 à 90 centièmes de cendres. Un dixième de la terre du pot est ainsi entré dans la constitution des racines,

pour certains cas : ce qui montre bien le caractère complexe du système de leur végétation. Elle a lieu sans doute, je le répète, en vertu d'une vie commune aux microbes de la terre et de la plante ; et elle atteste l'origine réelle de l'azote fixé sur les Légumineuses. Enfin elle concourt à rendre compte de la végétation persistante des Légumineuses pendant plusieurs années consécutives.

» Toutes ces circonstances corroborent et précisent, je le répète, le grand fait de la fixation de l'azote par le sol. Une multitude de phénomènes de la plus haute importance pour l'Agriculture trouvent par là leur interprétation. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Expériences sur la putréfaction et sur la formation des fumiers;* par M. **J. Reiset** [1].

« Au moment où je commençais mes expériences sur la putréfaction et la formation des fumiers, j'avais une idée préconçue. Faut-il l'avouer devant l'Académie? j'espérais alors trouver la *nitrification;* en un mot, j'espérais fixer directement l'azote atmosphérique pendant la combustion lente des matières organiques, en présence de carbonates alcalins.

» J'avais entre les mains un appareil et une méthode éprouvés, qui permettaient de découvrir la moindre fixation de l'azote, dans un volume d'air confiné. Animé par le feu sacré, je me mis donc à l'œuvre avec la plus grande confiance, dans les premiers mois de l'année 1854.

» Bientôt après, plusieurs expériences étaient terminées en bonnes conditions, calculées et discutées : non seulement je ne trouvais pas la satisfaction recherchée, mais un phénomène absolument inverse se révélait à l'observateur, tout d'abord un peu décontenancé.

» Enfin, en présentant le résultat de mes recherches à l'Académie, au mois de janvier 1856, j'arrivais à formuler les conclusions générales suivantes :

» Les matières organiques en voie de décomposition ou de putréfaction, au contact de l'air, absorbent une quantité considérable d'oxygène et produisent de l'acide carbonique.

» L'acide carbonique produit, pendant ces combustions lentes, contient au moins les $\frac{90}{100}$ de l'oxygène consommé.

---

[1] *Comptes rendus,* t. XLII, p. 53; 1856. — Reiset, *Agronomie,* p. 46; 1863.

» Les sels ammoniacaux, les nitrates, les matières azotées fixes qui peuvent prendre naissance pendant la combustion lente ou la putréfaction des matières organiques azotées ne représentent pas tout l'azote contenu primitivement dans ces matières.

» La formation des fumiers, la putréfaction de la viande, au contact de l'air, sont toujours accompagnées d'un dégagement très notable d'azote à l'état gazeux.

» Aucun gaz combustible ne se produit lorsque la putréfaction s'effectue dans un milieu contenant une suffisante proportion d'oxygène.

» Si la décomposition du fumier a lieu à l'abri du contact de l'air, soit sous une couche d'eau, soit au sein d'une masse de terre, on observe un dégagement abondant d'hydrogène protocarboné et d'*azote à l'état gazeux*.

» *Dans tous les cas, lorsqu'une matière organique azotée éprouve la décomposition putride, une partie de son azote se dégage à l'état gazeux.*

» Je ferai remarquer que dans toutes ces expériences j'ai eu soin d'ajouter des carbonates terreux pour faciliter la formation des nitrates et que, néanmoins, le dégagement de l'azote l'a emporté de beaucoup sur la fixation de ce gaz, en admettant qu'elle ait eu lieu.

» Ces conclusions, très précises, ressortaient de plusieurs séries d'expériences poursuivies et modifiées, avec patience, pendant plusieurs années.

» L'économie rurale, la pratique agricole devaient, suivant moi, en tirer un enseignement d'une haute utilité pour le meilleur emploi des fumiers et des engrais, en général, qui perdent encore la plus grande partie de leurs éléments fertilisants, par une fermentation trop longtemps prolongée, dans nombre d'exploitations, mal dirigées.

» Après quelques années, j'avais le plaisir d'apprendre que le fait fondamental du dégagement d'azote pendant la décomposition des matières organiques se trouvait confirmé, de tous points, par MM. Lawes Gilbert et Pugh.

» Les expériences des célèbres agronomes de Rothamsted ont été exécutées en suivant la méthode indirecte indiquée par M. Boussingault : méthode tout à fait différente de celle que j'avais employée.

» Voici quelques-uns des résultats publiés le 21 juin 1860, dans les *Proceedings of the Royal Society*, et reproduits dans l'Ouvrage de M. Boussingault : *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie* (t. II, p. 347) :

« Dans la première série, comprenant six observations, du froment, de l'orge, de la farine de féverole, ont été mêlés séparément à de la pierre ponce, à de la terre calcinée, et abandonnés durant plusieurs mois à la décomposition dans un courant d'air, avec une disposition propre à recueillir l'ammoniaque émise et à la doser. Le résultat a été que, dans cinq cas sur six, il y a eu émission plus ou moins prononcée de gaz azote, s'élevant dans deux cas à 12 pour 100 de l'azote contenu dans la substance.

» La seconde série, comprenant neuf observations, a de même été faite avec du froment, de l'orge, des féveroles, le sol étant constitué comme précédemment par de la pierre ponce ou de la terre calcinée. On a continué ces expériences pendant plusieurs mois, pendant lesquels les matières ont perdu 60 à 70 pour 100 de leur carbone. Dans huit expériences sur neuf, il y a eu émission d'azote libre s'élevant dans la plupart des cas à $\frac{1}{7}$ ou $\frac{1}{8}$, et dans un cas à 40 pour 100 de l'azote constituant de la substance. Il paraît, d'après cela, que si, dans de rares circonstances, il peut ne pas y avoir émission d'azote pendant la décomposition des matières organiques azotées, le plus ordinairement la perte peut être très considérable; c'est là, il faut le remarquer, un fait important, en ce qu'il touche à l'aménagement des fumiers dans les fermes. »

» Ces conclusions sont, on le voit, absolument conformes à celles que j'ai déduites moi-même de mes expériences, que les chimistes anglais paraissent, d'ailleurs, avoir ignorées.

» La question se trouvait donc ainsi résolue depuis plus de trente ans. Après des épreuves multipliées et, suivant moi, décisives, elle me paraissait admise, dans la Science, comme une vérité classique.

» Mais, depuis mes recherches et celles des chimistes anglais, l'influence de la *vie microbienne* nous a été révélée ; les vérités qui découlent de cette révélation tendent à s'imposer chaque jour de plus en plus.

» Nous avions pu croire, avec Liebig, que la *fermentation*, la *putréfaction* des matières organiques étaient des symptômes de mort et de destruction finale [1] ; mais il faut bien admettre aujourd'hui que, dans la matière en voie de décomposition, des légions d'organismes se succèdent et propagent la vie en donnant de nouveaux produits.

» Au nombre des très intéressantes questions à étudier, se présentent maintenant la recherche et la culture des organismes, plus ou moins visibles, qui peuvent devenir les agents de l'exhalation de l'azote ou de sa fixation, au moment où s'accomplissent de bien grands phénomènes naturels, soit pendant la vie, soit après la mort des végétaux et des animaux.

» Dans le champ, si vaste et si fertile, ouvert par notre illustre maître, M. Pasteur, nous voyons, parmi les habiles et heureux ouvriers de la première heure, notre savant Confrère, M. Schlœsing, découvrir, avec la collaboration de M. Müntz, le ferment nitrique et son admirable fonction.

» On peut donc très bien comprendre que notre Confrère ait désiré préciser encore cette question de la déperdition de l'azote, pendant la décomposition des matières organiques.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXI, p. 147; 1839.

» Dans deux Communications successives, insérées dans les *Comptes rendus* (4 et 11 février 1889), M. Schlœsing expose tout un programme d'expériences qu'il entend poursuivre : un appareil nouveau est décrit; les résultats obtenus dans six expériences sont publiés avec détails.

» Je transcris textuellement ses dernières conclusions :

» En définitive, dans les cas où je me suis placé, les pertes d'azote gazeux ont été minimes. Ces résultats semblent en désaccord avec ceux que M. Reiset a obtenus; mais il faut remarquer que la destruction des matières organiques a été poussée fort loin dans mes expériences, tandis que notre Confrère n'a observé la viande et le fumier que pendant une première période de décomposition. Il est bien possible que le dégagement d'azote se produise surtout dans cette période.

» Je ne me permettrai pas de discuter les résultats d'expériences que l'auteur poursuit encore aujourd'hui; mais je tiens, cependant, à répondre à quelques objections que m'a adressées, très amicalement, notre Collègue M. Schlœsing.

» Je demanderai donc à l'Académie de vouloir bien accueillir, lundi prochain, dans les *Comptes rendus,* certains détails inédits sur mes expériences de 1856; ces détails peuvent, en effet, apporter quelques renseignements utiles pour la discussion qui s'ouvrira, sans doute.

» Ces expériences sont au nombre de 23; elles ont été variées, quant aux appareils employés, aux températures, au poids des matières.

» Je compte donner les calculs et détails, pour trois expériences seulement.

» *Expérience* A. — Grand appareil, avec cloche de 40^{lit} contenant 10687^{gr} de fumier de ferme.

» *Expérience* B. — Appareil moyen, 1500^{gr} viande de bœuf dans une cloche de 8^{lit}.

» *Expérience* C. — Petit appareil contenant un volume de 900^{cc} d'air, dans lequel on avait placé 30^{gr} de viande.

» J'indiquerai le volume de l'azote exhalé dans chacune de ces conditions bien différentes.

» Avant de terminer, je tiens à rappeler que le fait de l'exhalation de l'azote se trouve très généralisé.

» Il a été mis hors de doute pendant la respiration des animaux.

» MM. Gayon et Dupetit ont décrit un *bacillus denitrificans* qui décompose même le nitrate de potasse, en donnant lieu à un dégagement d'azote pur (¹).

(¹) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 644; 1882.

» Enfin n'existe-t-il pas une source d'azote, toute naturelle et certainement abondante, pendant la décomposition des matières organiques sous l'eau? Ce serait là un fait très intéressant à vérifier.

» A titre de renseignement, je puis citer une analyse du *gaz des marais*, due à notre éminent Associé étranger, M. Bunsen.

» On lit à la page 109 de ses *Méthodes gazométriques* (traduction française de 1858).

» Je cite, comme exemple, l'analyse d'un gaz qui a été extrait, en juillet 1848, de la vase d'un étang du Jardin botanique de Marbourg, et qui, avant d'être soumis à l'analyse, a été débarrassé de son acide carbonique à l'aide de la potasse caustique.

» M. Bunsen a obtenu la composition centésimale suivante du gaz :

Gaz des marais	48,5
Azote	51,5
Oxyde de carbone	0,0
Hydrogène	0,0
	100,0

» Il y a lieu de remarquer qu'en publiant ces résultats, dans son livre, M. Bunsen se préoccupait uniquement d'indiquer la meilleure méthode à suivre pour arriver à l'analyse eudiométrique du *gaz des marais*.

» Dans le volume centésimal de 51,5 d'azote trouvé dans un gaz déjà traité par la potasse et privé de son acide carbonique, nous n'avons pas pour but de déterminer quelle part pourrait être attribuée à la diffusion de l'air atmosphérique et quelle autre part, aux matières organiques, en décomposition dans la vase. Il faut avouer que ce partage serait bien difficile à établir exactement.

» En ce qui concerne le gaz des marais, l'argument invoqué n'a donc rien d'absolu, quant aux proportions et aux chiffres; mais je persiste à déclarer que la production de l'hydrogène protocarboné pendant la décomposition *anaérobie* des fumiers est accompagnée d'un dégagement d'azote qui peut être considérable; ce fait ressort d'expériences que je me propose de publier dans ma prochaine Communication.

» Je livre cette pensée à ceux qui se préoccupent de la *statique* de l'azote atmosphérique et de l'harmonie des phénomènes naturels; de nouveaux faits viennent chaque jour nous découvrir quelques-unes des causes de cette harmonie, que nous admirons, et qui ne saurait être troublée. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence qu'exerce sur la maladie charbonneuse l'inoculation du bacille pyocyanique.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

« On a déjà fait quelques essais de traitement de la maladie charbonneuse par l'inoculation d'autres maladies infectieuses. M. Emmerich a traité avec succès le charbon en inoculant après la bactéridie charbonneuse le streptocoque de l'érysipèle; M. Pawlowsky a également réussi en inoculant le pneumocoque.

» J'ai recherché quelle influence pouvait avoir l'inoculation du bacille pyocyanique sur le développement et l'évolution du charbon si on la pratiquait quelques heures après l'inoculation de la bactéridie charbonneuse. Ces expériences ont été faites chez le lapin et chez le cobaye.

» J'ai fait, chez le lapin, 26 inoculations de la bactéridie charbonneuse, puis du bacille pyocyanique.

» Dans 17 inoculations la bactéridie a été puisée dans une culture; 5 animaux sont morts charbonneux, 2 sont morts sans charbon, 10 ont guéri. Dans les diverses expériences de cette série, 11 lapins témoins inoculés avec les mêmes cultures ont donné 11 morts par charbon.

» Dans 9 inoculations la bactéridie a été puisée dans le sang d'un animal mort du charbon; 1 animal est mort charbonneux, 6 sont morts non charbonneux, 2 ont guéri. Dans les diverses expériences de cette série, 9 lapins témoins inoculés avec les mêmes sangs ont donné 9 morts par charbon.

» En somme, sur 26 inoculations pratiquées sur le lapin, soit avec les cultures, soit avec le sang charbonneux, il y a eu 6 morts par charbon, 8 morts sans charbon et 12 guérisons, tandis que 20 témoins ont donné 20 morts par charbon.

» J'ai fait, chez le cobaye, 6 inoculations de la bactéridie charbonneuse, puis du bacille pyocyanique.

» Dans 3 inoculations, la bactéridie a été puisée dans une culture; 1 animal est mort charbonneux, 2 sont morts sans charbon, il n'y a pas eu de guérison, 1 cobaye témoin inoculé avec la même culture est mort charbonneux.

» Dans 3 inoculations, la bactéridie a été puisée dans le sang d'un animal mort du charbon; 2 animaux sont morts charbonneux, 1 est mort sans

charbon, il n'y a pas eu de guérison, 1 cobaye témoin inoculé avec le même sang est mort charbonneux.

» En somme, sur 6 inoculations pratiquées sur le cobaye, il y a eu 3 morts par charbon, et 3 morts sans charbon, tandis que 2 témoins ont donné 2 morts par charbon.

» Pour tous les animaux, lapins et cobayes, déclarés morts sans charbon, il a été constaté que la rate n'était pas volumineuse, que le microscope ne faisait pas découvrir de bactéridies dans le sang, que ce sang ensemencé ne donnait pas la culture caractéristique et que, inoculé à des animaux sains, il ne produisait pas le charbon.

» Je dois dire que les animaux guéris n'avaient pas conquis l'immunité et que, inoculés plus tard avec le sang charbonneux sans adjonction de bacille pyocyanique, ils sont tous morts charbonneux.

» MM. Guignard et Charrin ont cherché à déterminer les conditions qui font que l'inoculation du bacille pyocyanique s'oppose partiellement au moins au développement de la maladie que provoque la bactéridie charbonneuse ([1]). »

CHIRURGIE. — *De l'identité de l'érysipèle et de la lymphangite aiguë.* Note de MM. **Verneuil** et **Clado**.

« L'érysipèle et la lymphangite sont deux affections voisines qu'on observe le mieux et le plus souvent à la surface du corps, mais sur la nature et les relations desquelles on a beaucoup discuté sans être parvenu aujourd'hui même à se mettre complètement d'accord.

» Les uns, en effet, n'en font qu'une seule et même maladie ou tout au plus deux formes de la même maladie; les autres, au contraire, les séparent nettement, accordant toutefois qu'elles peuvent coexister et se confondre.

» Les *unicistes,* parmi lesquels nous voulons être rangés, invoquent :

» 1° La communauté de siège anatomique : la lymphangite occupant les troncs lymphatiques, et l'érysipèle, les réseaux du même système; l'une et l'autre envahissant également les ganglions ;

» 2° La similitude du processus pathologique; les deux affections présentant là où elles sont visibles les phénomènes cardinaux de l'inflammation franche : rougeur, chaleur, douleur, tuméfaction, avec tendance à la suppuration ;

([1]) Voir plus loin, page 764.

» 3° Le même point de départ dans une solution de continuité des surfaces tégumentaires;

» 4° Le même début symptomatique : frissons, vomissements, élévation brusque de la température, etc., avec les troubles généraux traduisant une intoxication soudaine;

» 5° L'impossibilité pour le clinicien de dire dans un bon nombre de cas s'il s'agit d'une lymphangite, d'un érysipèle, ou d'une association des deux; le mal ayant commencé tantôt par l'une, tantôt par l'autre.

» A ces arguments si nombreux et si probants nous voulons ajouter une preuve nouvelle, tout à fait décisive, tirée de l'étude expérimentale et microbienne, et qui nous dispensera d'exposer et de détruire les arguments des *dualistes*.

» Tout le monde sait aujourd'hui que l'érysipèle est une maladie infectieuse, contagieuse, inoculable, ayant pour agent unique un microbe spécial, découvert d'abord en France par Nepveu, puis en Allemagne par Hueter, très facile à reconnaître, à isoler, à cultiver, à transmettre aux animaux. Les cliniciens unicistes considèrent également la lymphangite comme contagieuse, infectieuse, transmissible, et par conséquent microbienne ; mais ils n'en ont pas fourni la preuve péremptoire, n'ayant pas isolé son microbe et ne l'ayant pas inoculé aux animaux; ils ont encore moins prouvé son identité avec le microbe érysipélateux. Or, c'est à ces diverses démonstrations qu'est destinée la présente Note.

» Nous rappellerons d'abord que, lorsqu'on veut montrer le microbe de l'érysipèle et mettre en évidence ses propriétés infectieuses, on excise des petits fragments de peau envahie par la maladie, ou l'on pratique sur les plaques érysipélateuses de petites incisions superficielles. On fait avec les fragments cutanés ou le sang provenant des incisions, et sur l'agar-agar, des cultures qui, au bout de quelques jours, présentent des amas microbiens caractéristiques, suivant nous, par leur volume, leur disposition et leur couleur. Si avec ces cultures on inocule un lapin à la base de l'oreille, on produit une inflammation érysipélateuse des plus nettes, avec phénomènes généraux plus ou moins graves.

» Bien que, pendant la période aiguë, il se fasse (comme Vulpian l'avait découvert le premier), une diapédèse des globules blancs du sang dans les espaces conjonctifs du derme, l'érysipèle se termine souvent par résolution. Après un temps variable, les lésions cutanées s'effacent et la peau reprend ses caractères; mais, dans certains cas rares, les leucocytes s'accumulent et

forment dans le tissu conjonctif sous-cutané des collections purulentes plus ou moins étendues.

» Si l'on étudie ces abcès comme nous avons eu l'occasion de le faire plusieurs fois depuis la fin de 1887, on trouve au microscope, avec les globules de pus, bien entendu, des microcoques pyogènes en nombre variable, mélangés aux microbes de l'érysipèle, et, par la culture, on obtient ces derniers à l'état de pureté, en grand nombre, et aptes à transmettre aisément la maladie au lapin.

» C'est en procédant de la même manière que nous sommes arrivés à retrouver dans la lymphangite le microbe érysipélateux avec ses caractères et propriétés au complet.

» Pour que les résultats fussent probants, il fallait nécessairement expérimenter sur la lymphangite pure, c'est-à-dire exempte de toute promiscuité avec l'érysipèle. Or, la chose est moins aisée qu'on ne le pourrait croire. La lymphangite, en effet, se présente sous deux aspects, tantôt celui de plaques rouges diffuses (lymphangite réticulaire), tantôt celui de traînées rouges bien limitées, rectilignes, parallèles à l'axe des membres (lymphangite tronculaire).

» La lymphangite réticulaire est si facile à confondre avec l'érysipèle que, si nous avions cherché et trouvé notre microbe au niveau des points occupés par la rougeur diffuse, on nous eût dit que, ayant opéré simplement sur des plaques d'érysipèle, il était naturel que nous ayons retrouvé le microbe érysipélateux.

» Même objection, si nous avions, pour avoir des matériaux de culture, incisé directement les cordons enflammés partant des plaques de rougeur diffuse. Le microbe alors isolé eût passé pour celui de l'érysipèle, traversant les troncs lymphatiques pour se rendre aux ganglions correspondants.

» Il existe heureusement, aux membres supérieurs et inférieurs, une variété de lymphangite tout à fait distincte et n'ayant avec l'érysipèle aucune ressemblance clinique. Siégeant exclusivement dans les gros vaisseaux rectilignes, elle se présente sous forme de cordons cylindriques, rampant sous la peau et se rendant de la plaie dermique aux ganglions inguinaux ou axillaires. Appréciables au toucher par leur consistance ferme et la douleur à la pression, ils sont souvent aussi reconnaissables à la vue, en raison de la rougeur linéaire, étroite, bien limitée, que la peau offre sur leur trajet.

» Comme l'érysipèle, cette lymphangite se termine de deux manières :

tantôt par résolution, les phénomènes inflammatoires se dissipant peu à peu et les cordons indurés disparaissant à la longue; tantôt par suppuration, auquel cas on voit, quand l'épaisseur de la peau n'est pas trop grande, se former sur le trajet des cordons enflammés un ou plusieurs renflements, d'abord durs, puis fluctuants au centre et offrant tous les caractères des collections purulentes sous-cutanées, lesquelles peuvent être uniques ou multiples et apparaître simultanément ou successivement. Lorsque plusieurs de ces collections existent sur le trajet d'un même vaisseau, l'affection prend un aspect particulier, les renflements fusiformes superposés figurant une sorte de chapelet à grains plus ou moins uniformes et plus ou moins régulièrement disposés.

» Or, de même que nous avions étudié le microbe de l'érysipèle dans les plaques cutanées ne suppurant pas et dans les abcès érysipélateux sous-cutanés, de même nous songions à rechercher le microbe lymphangitique dans les deux formes précitées de la lymphangite tronculaire, en examinant soit le contenu des cordons durs susceptibles de résolution, soit le pus des collections formées le long des vaisseaux dans le tissu conjonctif. Nous renonçâmes cependant à la première recherche, qui aurait nécessité sur le malade une sorte de dissection peut-être préjudiciable, et nous nous contentâmes d'examiner le liquide des collections purulentes, croyant d'ailleurs qu'au point de vue de la recherche des microbes elle nous donnerait des résultats suffisants, puisque, pour l'érysipèle, on retrouve exactement le même microbe avec toutes ses propriétés, qu'on puise les matériaux des cultures sur les plaques cutanées ou dans les abcès. Même en nous limitant de la sorte, les matériaux ne nous firent point défaut; dans le court espace de quelques semaines, en effet, nous avons pu examiner quatre fois le pus de collections lymphangitiques pures, sans relations avec l'érysipèle.

» Quelques mots sur les quatre sujets observés dans nos salles à l'hôpital de la Pitié :

» Le premier malade était un journalier, 30 ans, bonne santé habituelle; il se blesse légèrement, le 9 février, avec un éclat de verre à la face dorsale de la main droite. Le soir même, frisson violent, fièvre intense, anorexie, soif, insomnie, etc.

» Le 12, douleurs vives depuis l'aisselle jusqu'à la main, gonflement considérable de cette dernière et formation, au niveau de la piqûre, d'un abcès qui s'ouvre au bout de cinq jours.

» Le 18, l'avant-bras et le bras se gonflent et présentent les traînées rouges de la lymphangite des gros troncs. Dès le lendemain, sur le trajet d'un des vaisseaux enflammés, apparaissent, dans l'espace qui sépare le poignet de l'aisselle, six bosselures, dont

quatre à l'avant-bras et deux au bras, réunies entre elles par un cordon induré. Ces bosselures fusiformes, dont le volume varie depuis celui d'une noisette jusqu'à celui d'un œuf de poule, présentent une teinte rouge qui tranche sur la coloration normale de la peau voisine et offrent une fluctuation évidente : il s'agit d'un type d'abcès lymphatiques en chapelet.

» Le 20, à l'aide d'une seringue de Pravaz, on ponctionne les collections antibrachiales et l'on y injecte quelques grammes d'éther iodoformé.

» Le pus extrait, aussitôt porté au laboratoire, est examiné au microscope et ensemencé sur l'agar-agar.

» Le second malade était un cantonnier de 43 ans qui, en travaillant, se fit à la face dorsale de l'annulaire et du médius deux petites écorchures auxquelles il ne fit nulle attention. Quinze jours plus tard, la main et l'avant-bras gonflent sans réaction inflammatoire bien vive, si l'on en croit le malade, et sans engorgement des ganglions de l'aisselle. Deux jours après, le blessé entre à l'hôpital où il est soigné de sa lymphangite par les bains phéniqués. Bientôt apparaît à la face dorsale de la main, à plusieurs centimètres des plaies des doigts, un abcès sous-cutané qu'on ponctionne avec un bistouri étroit. Petit drain dans l'ouverture, injections phéniquées dans le foyer, guérison très prompte.

» Le troisième sujet est un tailleur de 44 ans, atteint d'ulcères de la jambe, consécutifs à une ancienne fracture avec hyperostose et issus de petits sequestres. Une inflammation aiguë, se greffant sur l'inflammation chronique dont les téguments de ce membre étaient continuellement le siège, provoqua, en différents points de la jambe et à la cuisse, sur le trajet des gros troncs lymphatiques, une série d'abcès bien circonscrits, du volume d'une noisette ou d'une petite noix, avec le pus desquels nous fîmes nos cultures et nos inoculations.

» Le quatrième cas enfin, plus compliqué et plus grave que les autres, est relatif à une robuste fille de 18 ans, atteinte, au premier mois de la grossesse, d'une lymphangite réticulaire du dos du pied, d'origine traumatique, laquelle ne suppura pas, mais, ne se résolvant pas davantage, envahit peu à peu la jambe tout entière sous forme d'œdème sub-inflammatoire chronique avec rougeur livide qui, au cinquième mois de la gestation, sans cause bien manifeste, prit soudainement une marche aiguë, s'accompagnant de fièvre et de graves phénomènes généraux, et donna naissance à plus de vingt abcès, épars dans le tissu cellulaire sous-cutané et sous l'aponévrose et développés dans les troncs lymphatiques superficiels et profonds.

» Le résultat des cultures et inoculations dans ces quatre cas a été le suivant :

» Dans les trois premiers, le pus ne renfermait absolument que le microbe érysipélateux, apparaissant vers le huitième jour.

» Dans le quatrième cas seulement on constatait également la présence de microcoques dorés et citrins, en taches tout à fait différentes par l'aspect et apparaissant beaucoup plus vite.

» Ces cultures de la lymphangite ont été inoculées à des lapins chez lesquels elles ont produit l'érysipèle si typique chez ces animaux.

» Le résultat le plus net nous a été fourni précisément par le cas où la lymphangite était le mieux caractérisée et cliniquement aussi distincte que possible de l'érysipèle (observation première).

» Ce qui augmente l'intérêt de cette série de quatre lymphangites suppurées ne se ressemblant pas plus entre elles qu'elles ne ressemblaient à l'érysipèle, c'est que les cultures et les inoculations ont démontré, en dépit des différences cliniques, leur parfaite identité.

» *Conclusions.* — 1° L'érysipèle et la lymphangite aiguë ne sont que deux formes d'une seule et même maladie contagieuse, infectieuse, parasitaire.

» 2° Leur agent est un microbe spécial, facile à reconnaître, à isoler, à cultiver et à inoculer aux animaux.

» 3° Ce microbe, découvert et décrit dans l'érysipèle seulement, se retrouve dans la lymphangite aiguë avec ses caractères et ses propriétés au complet.

» 4° Il établit donc définitivement l'identité absolue de cause et de nature de deux affections considérées comme distinctes par un grand nombre d'auteurs. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1889.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Mège. — MM. Bouchard, Charcot, Brown-Séquard, Marey et Verneuil réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Richet.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Brown-Séquard, Marey, Chauveau, Bouchard et Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Sappey.

Prix L. La Caze (Physiologie). — MM. Chauveau, Ranvier et Sappey réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Edwards.

Prix Martin-Damourette. — MM. Bouchard, Brown-Séquard, Charcot, Verneuil et Chauveau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Ranvier.

Prix Pourat (*Recherches expérimentales sur la contraction musculaire*). — MM. Marey, Brown-Séquard, Bouchard, Ranvier et Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Chauveau.

Prix Gay (*Déterminer, par l'étude comparative des Faunes ou des Flores, les relations qui ont existé entre les îles de la Polynésie et les terres voisines*). — MM. Duchartre, Edwards, Grandidier, Bornet et de Quatrefages réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Van Tieghem et Chatin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Émile Delfieu** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Système de communication électrique permettant : 1° de correspondre de distance en distance avec un train en marche; 2° d'agir à distance sur le frein continu à air comprimé, du système Westinghouse; 3° rendant impossible l'engagement en sens inverse de deux trains sur la même voie; 4° fournissant à tout train, partant d'une gare, le moyen de s'annoncer lui-même à la station voisine. »

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **L. Mirinny** adresse une nouvelle Note « sur les canaux de Mars ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **E. Fournier** adresse une Note ayant pour titre : « Prévisions certaines sur la marche, la force et la durée d'un ouragan ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'influence de la réfraction dans la réduction fil à fil des observations d'un passage méridien.* Note de M. G. **Rayet**, présentée par M. Wolf.

« Les considérations dont j'ai fait usage dans ma Note sur l'influence de la réfraction dans la réduction des observations des circompolaires (*Comptes rendus* du 11 mars 1889) s'appliquent à la réduction fil à fil des observations de passages des étoiles d'une déclinaison quelconque; les mêmes formules peuvent être appliquées à ce cas nouveau.

» Pour la réduction au méridien d'une étoile observée au premier fil du cercle méridien de Bordeaux, fil dont la distance équatoriale au fil moyen est de 69^s, on trouvera ainsi que les divers termes de la formule (α) de la Note citée ont les valeurs suivantes :

Déclinaison de l'étoile.	Angle horaire de l'observation.	Valeur numérique des termes	
		$\frac{225}{6}\sin^2 1'' \sin^2 \delta\, \theta^3$.	$k \sin 1''\theta\left[1 - \frac{225}{6}\sin^2 1''(1 - 3\cos^2\delta)\theta^2\right]$.
°	m s	s	s
0	1. 9,0	0,0000	+0,0191
20	1.13,4	0,0000	+0,0203
40	1.30,1	+0,0005	+0,0249
50	1.47,3	+0,0006	+0,0297
60	2.18,0	+0,0017	+0,0381
70	3.21,7	+0,0064	+0,0558
75	4.26,6	+0,0156	+0,0737
80	6.37,4	+0,0536	+0,1098
85	13.11,7	+0,4341	+0,2187

» Avec l'instrument méridien de Bordeaux, et pour une observation de passage faite au premier fil, le second terme de la réduction au méridien peut donc être négligé jusqu'à 80° de déclinaison; mais, pour obtenir une exactitude de un dixième de seconde, il est nécessaire de tenir compte de la réfraction dès que la déclinaison dépasse 70°.

» Au point de vue de la détermination de la valeur du tour de la vis d'ascension droite à l'aide de la distance en temps des fils extrêmes, l'erreur commise en ne tenant pas compte des phénomènes de réfraction est constante et égale à $-0^s,0011$ pour la vis de l'instrument de Bordeaux. Pour

les étoiles d'une déclinaison inférieure à 40°, la valeur du tour de vis obtenue sans tenir compte des phénomènes de réfraction doit en effet être multipliée par $(1 - k \sin 1'') = 1 - 0,00028$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la recherche des discontinuités polaires.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Darboux.

« Dans une précédente Note [1], j'ai démontré que la fonction

$$\varphi(x) = a_0 + a_1 x + \ldots + a_m x^m + \ldots$$

avait bien pour point singulier le point

$$(1) \qquad x_0 = \lim \frac{a_n}{a_{n+1}},$$

lorsque la différence entre x_0 et sa limite était moindre que le $n^{\text{ième}}$ terme d'une progression géométrique décroissante.

» Cette hypothèse est très particulière; elle correspond au cas où la fonction φ a en x_0 un pôle simple. $a_{n+1} - \frac{a_n}{x_0}$ est, en effet, le $(n+1)^{\text{ième}}$ terme du développement de $\varphi(x)\left(1 - \frac{x}{x_0}\right)$. D'ailleurs, puisque la limite supérieure [2] de $\sqrt[m]{|a_m|}$ est $|x_0|$, l'hypothèse que nous avons faite plus haut donne l'inégalité

$$\sqrt[m]{\left|a_{m+1} - \frac{a_m}{x_0}\right|} < \frac{\gamma}{|x_0|},$$

et exprime, par suite, que la nouvelle série n'admet plus le point singulier x_0. Réciproquement, si une fonction holomorphe dans le cercle de rayon $|x_0|$ admet le pôle simple $x = x_0$, le terme général de son développement sera de la forme $\frac{A}{x_0^n} + \mu_n$, où $\sqrt[n]{|\mu_n|}$ a une limite supérieure moindre que $\frac{1}{|x_0|}$: le rapport de deux coefficients consécutifs tend donc vers x_0 dans les conditions indiquées ci-dessus. On verra de même que, si la fonction admettait le point x_0 pour pôle d'un ordre supérieur de multiplicité, le rapport $\frac{a_n}{a_{n+1}}$ aurait encore pour limite x_0 (mais non plus en s'en approchant suivant la loi précédente).

[1] *Comptes rendus*, 23 janvier 1888.

[2] Le mot *limite supérieure* a le même sens ici que dans la Note précédente.

» Soit maintenant le cas d'un nombre quelconque de pôles : en multipliant la série par un polynôme

$$1 + \alpha^{(1)}x + \alpha^{(2)}x^2 + \ldots + \alpha^{(p-1)}x^{p-1},$$

on lui donnera un rayon de convergence supérieur à son rayon de convergence actuel ρ. Comme les nouveaux coefficients sont donnés par la formule

$$(2) \qquad a'_m = a_{m+p-1} + \alpha^{(1)}a_{m+p-2} + \ldots + \alpha^{(p-1)}a_m,$$

la propriété en question s'exprimera par l'inégalité

$$\sqrt[m]{a_{m+p-1} + \alpha^{(1)}a_{m+p-2} + \ldots + \alpha^{(p-1)}a_m} < \frac{1}{\rho_1 - \varepsilon},$$

où ρ_1 est le nouveau rayon de convergence, et ε un nombre positif aussi petit qu'on veut, pour m suffisamment grand.

» Considérons alors le déterminant symétrique

$$\Delta_{m,p} = \begin{vmatrix} a_m & a_{m+1} & \ldots & a_{m+p-1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m+p-1} & a_{m+p} & \ldots & a_{m+2p-2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_m & a_{m+1} & \ldots & a_{m+p-2} & a'_m \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m+p-1} & \ldots & \ldots & a_{m+2p-3} & a'_{m+p-1} \end{vmatrix}.$$

» D'après la seconde expression de ce déterminant, on voit que $\sqrt[m]{|\Delta_{m,p}|}$ a une limite supérieure au plus égale à $\frac{1}{\rho^{p-1}\rho_1}$.

» Réciproquement, supposons que, pour une certaine valeur de p, la limite supérieure de $\sqrt[m]{|\Delta_{m,p}|}$ $(m = \infty)$ soit moindre que $\frac{1}{\rho^p}$. Nous pouvons admettre que cette valeur est la première pour laquelle il en soit ainsi, et que, par conséquent, $\sqrt[m]{|\Delta_{m,p-1}|}$ a pour limite supérieure $\frac{1}{\rho^{p-1}}$.

» Un théorème bien connu sur les déterminants nous donne

$$(3) \qquad \Delta_{m+1,p-1}\Delta_{m-1,p-1} - \Delta^2_{m,p-1} = \Delta_{m-1,p}\Delta_{m,p-2}$$

et nous montre que $\sqrt[m]{|\Delta_{m+1,p-1}\Delta_{m-1,p-1} - \Delta^2_{m,p-1}|}$ a une limite supérieure moindre que celle de $\sqrt[m]{|\Delta^2_{m,p-1}|}$. Ceci suffit pour établir, à l'aide d'un calcul que je supprime, que la limite supérieure assignée tout à l'heure à $\sqrt[m]{|\Delta_{m,p-1}|}$ est une véritable limite, au sens ordinaire du mot, que $\sqrt[m]{|\Delta_{m,p-1}|}$ s'en approche indéfiniment pour *toutes* les valeurs de m suffisamment grandes.

» Ceci posé, déterminons les quantités $\alpha_m^{(1)}, \alpha_m^{(2)}, \ldots, \alpha_m^{(p-1)}$ par les équations

$$(4) \quad \alpha_m^{(1)}a_{m+i+p-2} + \ldots + \alpha_m^{(p-1)}a_{m+i} + a_{m+p-1+i} = 0 \quad (i = 0, 1, 2, \ldots, p-2),$$

et posons

$$\varepsilon_m^{(h)} = \alpha_{m+1}^{(h)} - \alpha_m^{(h)},$$

de sorte que les $\varepsilon_m^{(h)}$ pourront être considérés comme donnés par les équations

$$(5)\quad \begin{cases} \varepsilon_m^{(1)} a_{m+p-1} + \ldots + \varepsilon_m^{(p-1)} a_{m+1} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0, \\ \varepsilon_m^{(1)} a_{m+2p-4} + \ldots + \varepsilon_m^{(p-1)} a_{m+p-2} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0, \\ \varepsilon_m^{1} a_{m+2p-3} + \ldots + \varepsilon_m^{(p-1)} a_{m+p-1} + a_{m+2p-2} + \alpha_m^{(1)} a_{m+2p-3} + \alpha_m^{(p-1)} a_{m+p-1} = 0. \end{cases}$$

Des équations (4) et (5) on tire

$$(6)\qquad \varepsilon_m^{(h)} = -\frac{\Delta_{m,p}\Delta_{m+1,p-2}^{(h)}}{\Delta_{m,p-1}\Delta_{m+1,p-1}},$$

$\Delta_{m+1,p-2}^{(h)}$ désignant un déterminant d'ordre $p-2$.

» On voit alors que $\sqrt[m]{|\varepsilon_m^{(h)}|}$ a une limite supérieure moindre que l'unité, La série $\Sigma\,\varepsilon_m^{(h)}$ est donc convergente, et $\alpha_m^{(h)}$ a une limite $\alpha^{(h)}$. La théorie élémentaire des séries permet même d'ajouter que la différence $\alpha^{(h)} - \alpha_m^{(h)}$ est moindre que $\left(\frac{2}{\rho_1} + \varepsilon\right)^m$ (ε infiniment petit). En substituant dans l'égalité (2), on voit que $\sqrt[m]{|a'_m|}$ a une limite supérieure au plus égale à $\frac{1}{\rho_1}$.

» L'égalité est seule admissible, à cause du raisonnement inverse donné plus haut. De plus, d'après nos hypothèses, la valeur choisie de p est la première qui satisfasse aux conditions précédentes. On en conclut que la fonction admet sur le cercle de convergence $p-1$ pôles (chaque pôle étant compté avec son degré de multiplicité).

» Si l'on considère les valeurs de p supérieures à celle que nous venons d'étudier, on établit encore les propositions suivantes :

» Soit g_p la limite supérieure de $\sqrt[m]{|\Delta_{m,p}|}$ pour m infini. Le rapport $\frac{g_p}{g_{p+1}}$ ne va jamais en diminuant. Si, pour une certaine valeur de p, ce rapport prend une valeur ρ_i supérieure à celle qui la précède, la fonction n'a que des pôles au nombre de p à l'intérieur du cercle de rayon ρ_i. D'après cela, la condition pour que la fonction n'admette dans tout le plan d'autres singularités que des pôles est que $\frac{g_{p+1}}{g_p}$ tende vers 0.

» Si l'on applique la formule (1) à l'inverse d'un polynôme entier, on a la règle de Bernoulli pour le calcul de sa plus petite racine. Nous pouvons compléter cette règle : la racine située sur le cercle ρ_i, si elle est seule de son module, sera la limite de $\frac{\Delta_{m-1,p+1}}{\Delta_{m,p+1}} : \frac{\Delta_{m-1,p}}{\Delta_{m,p}}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les termes complémentaires de la formule sommatoire d'Euler et de celle de Stirling*. Note de **M. N. Sonin**, présentée par M. Hermite.

« Dans la formule d'Euler ($b = a + mh$),

$$h\sum_{k=0}^{m-1} f(a+kh)$$
$$= \int_a^b f(u)\,du - \tfrac{1}{2}h[f(b)-f(a)] + \frac{B_1 h^2}{2!}[f'(b)-f'(a)] + \ldots$$
$$+ (-1)^n \frac{B_{2n-3}\,h^{2n-2}}{(2n-2)!}[f^{2n-3}(b) - f^{2n-3}(a)] + R_n,$$

le reste R_n peut être représenté par l'intégrale

$$R_n = -\frac{h^{2n+1}}{(2n)!}\int_0^{\frac{1}{2}} S_{2n}(t)\,\varphi_{2n}(t)\,dt,$$

où l'on a admis

$$S_{2n}(t) = \sum_{k=0}^{m-1}[f^{2n}(a+kh+ht) + f^{2n}(a+kh+h-ht)],$$

et $\varphi_{2n}(t)$ désigne le polynôme de Bernoulli qui conserve le signe de $(-1)^n$ et *croît* numériquement en même temps que t croît de o jusqu'à $\frac{1}{2}$.

» Supposons que $S_{2n}(t)$ conserve le signe $\alpha = \pm$ et *décroisse* numériquement lorsque t croît de o à $\frac{1}{2}$. Dans l'expression

$$-\alpha(-1)^n R_n = \frac{h^{2n+1}}{(2n)!}\int_0^{\frac{1}{2}} \alpha S_{2n}(t).(-1)^n\varphi_{2n}(t)\,dt,$$

nous aurons sous l'intégrale le produit d'une fonction *positive décroissante* $\alpha S_{2n}(t)$ par la fonction *positive croissante* $(-1)^n\varphi_{2n}(t)$; par conséquent, l'intégrale dont il s'agit aura une valeur qui sera évidemment *plus grande* que celle de l'intégrale

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \alpha S_{2n}(\tfrac{1}{2}).(-1)^n\varphi_{2n}(t)\,dt,$$

et en même temps, en vertu d'un théorème connu de M. Tchebychef, elle sera *moindre* que celle de l'expression

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \alpha S_{2n}(t)\,dt \,.\int_0^{\frac{1}{2}} (-1)^n \varphi_{2n}(t)\,dt : \tfrac{1}{2},$$

où le premier facteur est égal à $\frac{\alpha}{h}[f^{2n-1}(b) - f^{2n-1}(a)]$, tandis que l'autre a pour valeur $\frac{1}{2}B_{2n-1}$. On obtient ainsi

$$\begin{aligned}\frac{B_{2n-1}h^{2n+1}}{(2n)!}&\sum_{k=0}^{m-1}\alpha f^{2n}(a+\tfrac{1}{2}h+kh)\\ &< -\alpha(-1)^n R_n < \frac{B_{2n-1}h^{2n}}{(2n)!}\alpha[f^{2n-1}(b) - f^{2n-1}(a)],\end{aligned}$$

à la seule condition que $S_{2n}(t)$ *conserve toujours le même signe et décroisse numériquement lorsque t croît de* o *à* $\frac{1}{2}$.

» Si l'on admet que

$$\alpha f^{2n}(a+\tfrac{1}{2}h+kh) > \int_0^1 \alpha f^{2n}(a+\tfrac{1}{2}h+kh+ht)\,dt,$$

comme cela a lieu, par exemple, lorsque $\alpha f^{2n}(a+\frac{1}{2}h+z)$ est une fonction positive décroissante pour $0 < z < b-a$, nous aurons

$$\begin{aligned}&\sum_{k=0}^{m-1}\alpha f^{2n}(a+\tfrac{1}{2}h+kh)\\ &\quad > \int_0^m \alpha f^{2n}(a+\tfrac{1}{2}h+ht)\,dt = \frac{\alpha}{h}[f^{2n-1}(b+\tfrac{1}{2}h) - f^{2n-1}(a+\tfrac{1}{2}h)]\end{aligned}$$

et, à plus forte raison,

$$-\alpha(-1)^n R_n > \frac{B_{2n-1}h^{2n}}{(2n)!}\alpha[f^{2n-1}(b+\tfrac{1}{2}h) - f^{2n-1}(a+\tfrac{1}{2}h)],$$

où l'on peut remplacer $f^{2n-1}(b+\frac{1}{2}h)$ par $f^{2n-1}(b)$. En ce cas, nous pouvons écrire

$$R_n = -(-1)^n\frac{B_{2n-1}h^{2n}}{(2n)!}[f^{2n-1}(b+\theta h) - f^{2n-1}(a+\theta h)], \qquad 0 < \theta < \tfrac{1}{2}.$$

» Cette expression du reste remplace celle de Jacobi avec grand avantage,

aussi bien au point de vue de la méthode que nous avons suivie comme à celui des applications pratiques.

» Pour le développement de $\log\Gamma(1+x)$, on peut trouver

$$\begin{aligned}&\log\Gamma(1+x)\\&\quad=\tfrac{1}{2}\log 2\pi+(x+\tfrac{1}{2})\log x-x+\frac{B_1}{1.2}x^{-1}-\frac{B_3}{3.4}x^{-3}+\dots\\&\qquad+(-1)^n\frac{B_{2n-3}}{(2n-3)(2n-2)}x^{-2n+3}-(-1)^n\frac{B_{2n-1}}{(2n-1)2n}(x+\theta)^{-2n+1}\end{aligned}$$

et, en particulier,

$$\Gamma(1+x)=\sqrt{2\pi}x^{x+\frac{1}{2}}e^{-x+\frac{(x+\theta)^{-1}}{12}},\qquad 0<\theta<\tfrac{1}{2}.$$

» Cette formule doit désormais remplacer celle que l'on emploie ordinairement

$$\Gamma(1+x)=\sqrt{2\pi}x^{x+\frac{1}{2}}e^{-x+\frac{\theta}{12x}},\qquad 0<\theta<1.$$

» Il est à remarquer que pour la plupart des applications suffit la formule

$$\Gamma(1+x)=\sqrt{2\pi}(x+\theta)^{x+\frac{1}{2}}e^{-x-\theta},\qquad 0<\theta<\tfrac{1}{2},$$

équivalente aux inégalités

$$\sqrt{2\pi}x^{x+\frac{1}{2}}e^{-x}<\Gamma(1+x)<\sqrt{2\pi}(x+\tfrac{1}{2})^{x+\frac{1}{2}}e^{-x-\frac{1}{2}},$$

qui donnent déjà pour $x=1$

$$\tfrac{4}{27}e^3<\pi<\tfrac{1}{2}e^2,$$

c'est-à-dire

$$2,9756\ldots<\pi<3,6945\ldots \text{ ».}$$

PHYSIQUE. — *Détermination directe (c'est-à-dire sans faire usage d'aucune formule) de la compressibilité du verre du cristal et des métaux, jusqu'à* 2000^{atm}. Note de M. **E.-H. Amagat**.

« Les résultats que j'ai donnés dans mes dernières Notes étaient relatifs à des pressions peu considérables; il m'importait, pour la correction des résultats apparents que j'ai obtenus avec les liquides et les gaz, de savoir si, sous de très fortes pressions, la compressibilité du verre subit une diminution notable.

» Dans ces conditions, la méthode qui m'avait précédemment servi n'était évidemment plus applicable. Celle à laquelle je me suis arrêté est très simple en principe; expérimentalement, elle présente d'assez grandes difficultés; il y a fort longtemps que j'avais songé à l'employer et j'avais déjà fait quelques essais préliminaires lorsque j'ai appris qu'en Angleterre M. Buchanan, puis M. Tait, l'avaient suivie dans leurs recherches. Voici en quoi elle consiste :

» Un tube de la substance à étudier est comprimé de toutes parts par l'intermédiaire d'un liquide (eau) dans lequel il est plongé; il se raccourcit; on mesure ce raccourcissement; en le multipliant par 3, on a la diminution de volume et par suite la compressibilité cubique.

» Dans les expériences de M. Tait et de M. Buchanan, le tube est comprimé dans un cylindre métallique dont les extrémités sont prolongées par des cylindres de verre, le raccourcissement est observé directement à travers les cylindres de verre au moyen de deux microscopes fixes. Ces expériences ne peuvent évidemment être poursuivies que dans les limites assez restreintes des pressions auxquelles peuvent résister les cylindres de verre comprimés par l'intérieur; pour le but que je me proposais, j'ai dû chercher une disposition expérimentale appropriée aux pressions que je voulais atteindre et, par suite, totalement différente.

» Dans mon appareil, le tube étudié est placé dans un cylindre d'acier fermé à ses deux bouts par des boulons d'acier; il a 1^{m} de longueur; il est maintenu buté par un de ses bouts contre l'un des boulons au moyen d'un ressort qui, en même temps, applique fortement un petit disque d'acier contre la section droite de l'autre extrémité, sur laquelle il a été rodé.

» En face de ce disque, débouche à travers le boulon correspondant, dans l'axe du cylindre, un petit piston d'acier terminé en pointe arrondie, rendu étanche au moyen d'une chambre à mélasse (comme dans mon manomètre à pistons libres), et mû par une vis concentrique dont l'écrou est solidaire du boulon; quand la pointe du piston vient toucher le disque d'acier, elle ferme un circuit électrique et l'on est immédiatement averti du contact par un galvanomètre.

» Quand on comprime l'eau dans le cylindre d'acier (par un ajutage latéral), celui-ci s'allonge et le tube se raccourcit; en rétablissant le contact par le jeu de la vis, on peut suivre le déplacement de cette extrémité du tube dont l'autre recule avec la face du boulon contre laquelle il bute.

» Ces deux déplacements sont observés simultanément, le premier sur l'extrémité du petit piston émergeant à l'extérieur, au moyen d'une vis

micrométrique, le second au moyen d'un microscope et grâce à une disposition spéciale du boulon correspondant. Le microscope et l'écrou de la vis micrométrique sont fixés solidairement aux deux extrémités d'une forte barre d'acier, de sorte que la différence des deux déplacements observés donne le raccourcissement du tube comprimé indépendamment de l'allongement et de tout déplacement du cylindre d'acier.

» Ce dernier cylindre est, du reste, placé dans une cuve remplie d'eau, de manière à opérer à température bien constante.

» La partie comprimée du petit piston donne lieu à une petite correction qu'on peut toujours calculer avec une exactitude suffisante.

» Les expériences ont été poussées régulièrement jusqu'à 2000^{atm}. Le Tableau qui suit donne les moyennes des résultats obtenus avec le cristal, et trois séries sur le verre faites dans de bonnes conditions, afin de montrer le degré de concordance auquel on peut arriver; ces derniers résultats sont eux-mêmes calculés avec la moyenne des observations faites d'abord en comprimant, puis en décomprimant pour revenir à la pression normale. La température moyenne a été voisine de 12°.

Limites des pressions en atmosphères.	Verre. Raccourcissement par atmosphère d'un tube de 1^m en millièmes de millimètre.				Verre. Coefficient de compressibilité cubique.	Cristal. Coefficient de compressibilité cubique.
	1re série.	2e série.	3e série.	Moy.		
Entre 1^{atm} et 500^{atm}.	0,747	0,752	0,751	0,750	0,000002250	0,000002454
» 1000	0,743	0,751	0,746	0,746	0,000002248	0,000002424
» 1500	0,743	0,748	0,745	0,745	0,000002235	0,000002415
» 2000	0,741	0,748	0,743	0,743	0,000002229	0,000002406

» On voit que la diminution du coefficient de compressibilité est à peine sensible : elle ne se montre nettement que dans les moyennes; elle est à peu près de l'ordre de grandeur des erreurs dont on ne peut guère répondre; cependant elle existe vraisemblablement; je l'ai, du reste, retrouvée plus ou moins régulièrement dans toutes les moyennes de séries.

» Les tubes de verre et de cristal qui ont servi à ces expériences sont précisément ceux qui ont également servi aux recherches qui ont fait l'objet de ma dernière Note et qui avaient donné pour coefficients de compressibilité :

Verre 0,000002197
Cristal........................... 0,000002405

» Si l'on tient compte de la différence complète des deux méthodes et de la difficulté de ces recherches, on trouvera l'accord aussi satisfaisant qu'il était permis de l'espérer ; j'ai obtenu une concordance analogue en appliquant les mêmes méthodes à des tubes métalliques.

» Cet accord, entre des résultats auxquels a conduit l'emploi des formules générales de l'élasticité (dont j'ai, du reste, déjà donné un genre particulier de vérification) et ceux auxquels je viens d'arriver sans faire usage d'aucune formule peut être regardé comme une nouvelle et plus complète vérification de l'exactitude de ces mêmes formules. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la différence de potentiel des métaux en contact.* Note de M. **A. Potier**, présentée par M. Mascart.

« L'origine de la différence de potentiel, ou plus exactement des charges électriques que l'on observe lorsqu'on réunit, par un circuit métallique, deux plateaux formés de métaux différents, a été l'objet de longs débats: les uns, fidèles aux idées de Volta, y voient la preuve de l'existence d'une force électromotrice au contact des métaux entre eux; les autres, se fondant sur la petitesse des masses qu'il suffirait d'oxyder pour produire les dégagements observés d'électricité, attribuent le phénomène à des actions chimiques. Dans une Note récente, j'ai montré que l'accroissement de charge qui accompagne le rapprochement des plateaux du condensateur ainsi formé entraîne une diminution de l'énergie du système matériel; et que le travail mécanique produit n'est que pour une très petite fraction (négligeable dans une première approximation) emprunté sous forme de chaleur au milieu ambiant; cela résulte de ce que la différence de potentiel observée est sensiblement indépendante de la température. Or il est évident que le rapprochement des plateaux n'a d'autre effet que de modifier les charges sur les surfaces en regard; rien n'est modifié à l'intérieur des métaux, ni à leur surface de jonction. L'énergie de ces surfaces dépend donc de la densité de la couche électrique qui les couvre et est modifiée quand une quantité déterminée d'électricité passe d'un plateau à l'autre. La théorie chimique conduit bien au même résultat, mais il est impossible de préciser la nature des actions chimiques qui pourraient se reproduire indéfiniment en changeant de sens, chaque fois que l'on éloigne ou rapproche la surface des plateaux; ces actions offrent, au contraire, la plus grande analogie avec les phénomènes qui ont lieu à la surface des électrodes

métalliques plongées dans un liquide, et entre lesquelles existe une force électromotrice insuffisante pour déterminer la réaction électrolytique.

» *Expression de la différence apparente de potentiel au contact.* — On désignera par M, M_1 les énergies par unité de surface de deux métaux, et on les considérera comme des fonctions des densités électriques ε, ε_1 à la surface de ces métaux. Lorsqu'un circuit métallique réunit les deux métaux et que l'on néglige, vu leur petitesse, les effets thermiques, l'équilibre électrique aura lieu, si l'énergie perdue par le système pendant le passage de l'unité d'électricité d'un plateau à l'autre est égale au travail des forces électromotrices, quelle que soit leur origine, c'est-à-dire à la différence de potentiel observée; si V est l'excès apparent du potentiel de métal M sur celui du métal M_1, on a donc

$$V = \frac{d}{d\varepsilon}(M_1 - M).$$

Cette valeur de V est, dans les circonstances ordinaires, indépendante des charges absolues; on peut donc considérer les variations de M et de M_1 comme proportionnelles à celles des densités.

» Lorsque les deux métaux, réunis par un circuit conducteur comprenant une force électromotrice E, sont plongés dans un liquide dont l'énergie superficielle est $L(\varepsilon)$ par unité de surface, la condition d'équilibre électrique est

$$E = \frac{d}{d\varepsilon_1}[M_1 - L(\varepsilon_1)] + \frac{d}{d\varepsilon}[L(\varepsilon) - M],$$

qui, jointe à la condition que les charges totales du liquide au voisinage des électrodes soient égales et de signe contraire, détermine les densités ε, ε_1 sur chacune d'elles. Mais, si l'on considère un petit volume comprenant à la fois du métal M_1 et du liquide L, et découpant sur la surface de contact une aire égale à l'unité, son énergie aura varié de

$$\frac{d}{d\varepsilon_1}[M_1 - L_1(\varepsilon_1)] = -P_1$$

pendant le passage de l'unité d'électricité. En l'absence de tout phénomène thermique, P_1 est donc le travail de la force électromotrice, dont cette surface est le siège, par unité d'électricité ou cette force elle-même.

» On en conclut que, si les deux métaux ont des charges électriques égales, la force électromotrice E devra être égale à la différence de potentiel observée dans l'air (vérifié par M. Pellat pour $\varepsilon = 0$).

» *Relation avec les phénomènes électrocapillaires.* — Les recherches de M. Lippmann [1] ont fait connaître comment la tension superficielle du mercure variait avec la force électromotrice. M. Lippmann a démontré de plus la relation $dA + \varepsilon dP = 0$, où A est la tension superficielle, qui est comme P fonction de ε; on peut donc déduire également de ces expériences la relation entre dP et $d\varepsilon$, c'est-à-dire que, pour l'eau acidulée, P est connu à une constante près en fonction de ε. De plus, il a été établi, pour le mercure par M. Lippmann et pour le platine par M. Blondlot [2], que la forme de la fonction $\frac{\partial P}{\partial \varepsilon}$ est la même pour toutes les dissolutions aqueuses; si donc on déduit des expériences de M. Lippmann la valeur de $P = f(\varepsilon)$, pour un liquide quelconque et un métal quelconque, la force électromotrice sera représentée par $m - l + f(\varepsilon)$, m et l étant deux constantes spécifiques, et l'état normal correspondant à une force électromotrice nulle. Cette formule renferme tous les faits connus jusqu'ici.

» *Effet Peltier et phénomènes thermo-électriques.* — Lorsque l'on veut tenir compte des phénomènes thermiques, ces lois peuvent ne plus être rigoureusement exactes. L'expérience montre que la tension superficielle, et par suite P, est variable avec la température; il en est donc de même de M, L, ... Il résulte alors des principes de la Thermodynamique que le passage de l'unité d'électricité d'un plateau à l'autre est accompagné d'absorption de chaleur, prise au milieu ambiant, si l'on opère à température constante; la différence V des potentiels n'est plus égale à $m_1 - m$, mais à la somme de cette quantité et de la chaleur absorbée, dont l'équivalent mécanique est $T \frac{\partial V}{\partial t}$, tant qu'il s'agit de phénomènes réversibles, et il conviendrait de modifier de même les autres équations ci-dessus. Cette chaleur absorbée comprend l'effet Peltier, véritable mesure de la force électromotrice au contact des deux métaux. Mais les phénomènes thermo-électriques ont si peu d'importance que les conclusions pratiques n'en seraient pas altérées; il suffit d'indiquer qu'ils ne constituent pas une objection, mais sont une conséquence nécessaire de la théorie proposée, et

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1875.
(2) *Thèse* et *Journal de Physique*, t. X.

dans laquelle le véritable siège de la force électromotrice se trouve non au contact des métaux, mais à leur surface seulement, puisque là seulement ont lieu des modifications pendant la charge et la décharge. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes actino-électriques*. Note de M. **J. Borgman**, présentée par M. G. Lippmann.

« En répétant les expériences de Hallwachs sur l'influence de la lumière électrique sur la variation du potentiel négatif d'un disque de zinc, situé dans l'air, j'ai remarqué que la variation du potentiel n'est pas uniforme. Au contraire, la perte de l'électricité négative est plus lente au commencement de l'illumination et augmente ensuite. J'ai remarqué aussi qu'après la fin de l'éclairage la variation du potentiel se produit encore quelque temps, c'est-à-dire qu'il arrive une sorte d'action consécutive; en un mot, il semble que dans ce phénomène la durée de l'illumination du conducteur chargé ne reste pas sans influence ([1]).

» La même question sur l'influence de la durée de l'illumination peut être posée aussi à propos des phénomènes actino-électriques qui ont été constatés et si minutieusement discutés par MM. Stoletow, Righi, Bichat, Blondlot, Wiedemann et Ebert.

» Les expériences de ces savants ont montré que, les rayons ultra-violets tombant sur une lame métallique réunie avec le pôle négatif d'une pile galvanique, le pôle positif étant réuni avec un réseau métallique placé parallèlement à la lame et séparé d'elle par une couche d'air (les rayons lumineux passent par ce réseau), un courant s'établit dans le circuit; ce courant disparaît lorsque l'illumination de la lame cesse ou lorsqu'on place sur le chemin des rayons quelque milieu absorbant les rayons ultra-violets.

» Le courant s'établit-il au moment même où les rayons lumineux tombent sur l'électrode négative dans l'air, et disparaît-il au moment où s'arrête l'éclairage de cette électrode, ou ne doit-il pas passer un certain laps de temps avant que le phénomène puisse se produire et ne remarque-t-on pas encore l'existence du courant après la fin de l'illumination?

» En général, quelle est l'influence de la durée de l'éclairage sur ce phénomène?

([1]) *Phil. Mag.*, vol. XXVI, p. 272.

» L'expérience m'a montré que la durée de l'illumination a une influence sur les phénomènes actino-électriques.

» La méthode dont je me servais est fondée sur les considérations suivantes. Si l'apparition et la disparition du courant dans un circuit contenant deux lames métalliques, dont une est munie d'ouvertures pour le passage de la lumière et l'autre pleine, la première communiquant avec le pôle positif et la seconde avec le pôle négatif de la pile, se produisent momentanément ou du moins très vite après le commencement et la fin de l'illumination de la lame (comme on l'observe relativement à l'influence de la lumière sur la conductibilité du sélénium), alors, en remplaçant dans le circuit le galvanomètre par le téléphone et plaçant devant l'arc voltaïque un disque opaque avec des ouvertures en forme de secteurs et produisant une rotation rapide de ce disque, on devrait avoir dans le téléphone un son dont la hauteur correspondrait au nombre des interruptions de la lumière. Si, au contraire, l'apparition du courant ainsi que sa disparition ne se produisent pas instantanément, si le courant augmente continuellement jusqu'à une valeur limite avec la durée de l'éclairage et diminue continuellement après la fin de l'illumination, la production du son dans le téléphone ne pourrait avoir lieu.

» *Les expériences que j'ai faites ont montré que des deux circonstances mentionnées c'est justement la dernière qui a lieu.*

» La pile, dans mes expériences, consistait en 120 éléments Zn-eau-Cu. La lame pleine, réunie avec le Zn de la pile, était l'une des lames du condensateur de Kohlrausch (en cuivre doré), l'autre étant remplacée par un disque de zinc, avec des ouvertures à peu près de 1^{cm} de diamètre distribuées le plus étroitement possible. L'arc voltaïque se produisait entre deux charbons (11^{mm} de diamètre) à âme d'aluminium au moyen d'un courant du shunt-dynamo de Siemens. Un disque en carton avec huit ouvertures sectoriales recevait un mouvement de rotation par un petit moteur électromagnétique de Breguet. Deux téléphones placés dans le circuit étaient du système de Goloubitzky ou du système de Bell.

» *Pendant la rotation du disque avec des vitesses différentes, le son ne se produisait pas dans les téléphones.*

» Les téléphones devaient néanmoins recevoir le courant qui s'établissait dans le circuit, à cause de l'illumination de la lame *et réellement on entendait un coup assez aigu dans les téléphones des deux systèmes au moment de la fermeture du circuit* quand l'illumination de la lame négative se faisait

sans interruption; de même on entendait un son, quoique plus faible, mais néanmoins tout à fait appréciable, dans le cas où le circuit se fermait sous une illumination interrompue.

» Dans une contre-épreuve, j'ai constaté que l'on n'entendait aucun son quand la lame n'était point éclairée ou quand on plaçait devant l'arc voltaïque une lame mince de mica. »

TÉLÉPHONIE. — *Sur l'intensité des effets téléphoniques.* Note de M. E. MERCADIER.

« En poursuivant les recherches déjà faites et publiées sur la théorie du téléphone (voir *Comptes rendus,* 1885 et 1887), j'ai été conduit naturellement à l'étude des causes qui font varier l'*intensité* des effets téléphoniques.

» Ces causes sont nombreuses : l'intensité du champ magnétique du noyau aimanté; la résistance ou plutôt la longueur du fil de la bobine qui entoure les pôles du noyau; le nombre et la forme de ces pôles; l'épaisseur du diaphragme.... De là la multitude de formes données aux téléphones. Mais, bien que ces formes diffèrent quelquefois beaucoup les unes des autres, les résultats obtenus au point de vue de l'intensité des effets diffèrent peu, preuve de la complexité du problème.

» J'ai commencé par étudier séparément l'influence de l'*épaisseur* du diaphragme pour un téléphone de forme bien déterminée, et pour une même variation du champ magnétique.

» A cet effet, j'ai pris un téléphone de M. d'Arsonval, où la membrane était serrée dans une monture en ébonite pour l'isoler complètement de la masse de l'appareil. Pour éviter autant que possible des renforcements dus à des harmoniques du son fondamental de la membrane encastrée, je lui ai fait reproduire, non pas un son musical, mais un bruit sec provenant d'un métronome fixé à la planchette d'un microphone, et dont le ressort était constamment maintenu à la même tension. Le fil primaire de la bobine d'induction du microphone était relié aux pôles d'une pile par l'intermédiaire d'un ampère-mètre donnant les millièmes d'ampère, et le courant était maintenu à une valeur constante.

» Le téléphone reproduit ainsi le bruit du métronome placé dans une salle éloignée d'où il est impossible de l'entendre. Il en résulte des ondes

aériennes ayant pour origine une très petite ouverture pratiquée au couvercle du téléphone, de sorte qu'on peut les considérer comme sensiblement sphériques. On les recueille dans l'oreille placée contre un support fixe, pendant que le téléphone peut être éloigné progressivement, car il est fixé à un support susceptible de glisser le long d'une règle graduée.

» Dans toutes les expériences, on éloigne ainsi le téléphone de l'oreille à une distance telle que l'intensité du bruit reçu par elle soit nul. On opère dans un grand silence; on détermine la distance en question par éloignement progressif du téléphone, puis, une seconde fois, en dépassant la limite et rapprochant graduellement l'appareil : en prenant la moyenne des deux déterminations, qui sont, en général, assez peu différentes quand on s'est exercé quelque temps, on obtient des résultats satisfaisants.

» Dans ces conditions, on peut admettre que l'intensité du bruit produit dans deux expériences différentes est proportionnelle au carré des distances auxquelles ce bruit est nul.

» *Expériences avec des diaphragmes en fer.* — Elles ont porté sur dix-huit diaphragmes d'épaisseurs variables, depuis $0^{mm},148$ jusqu'à 2^{mm}.

» Les premiers essais faits avec un courant de 0,3 d'ampère ayant montré que le bruit du métronome reproduit par le téléphone était perçu par l'oreille à des distances trop grandes (10^{m} à 15^{m}) pour la facilité des expériences, j'ai dû réduire le courant à 0,15 d'ampère et introduire dans le circuit une résistance d'environ 17000 ohms. Dans ces conditions, les distances où l'intensité du bruit est nulle ont varié de 15^{cm} à 84^{cm}.

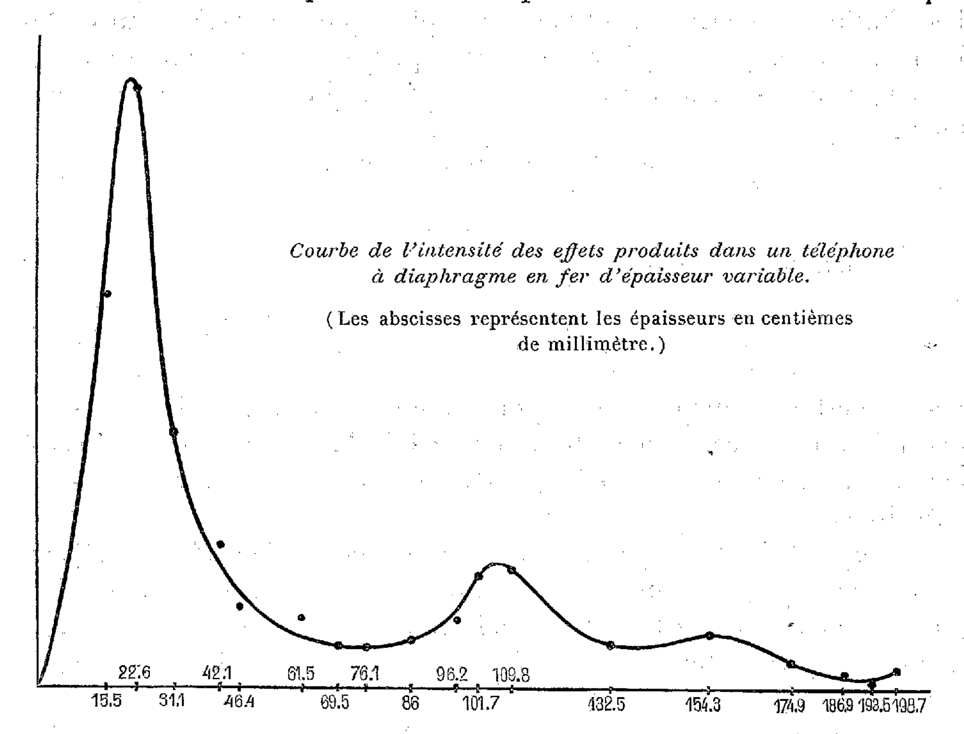
» La courbe ci-contre indique les résultats des expériences. Les abscisses y représentent les épaisseurs des diaphragmes en centièmes de millimètre mesurées très exactement : les ordonnées sont les carrés des distances auxquelles l'intensité est nulle, évaluées à $0^{cm},5$ près; elles ont été divisées par 5 pour avoir une échelle convenable.

» On voit que l'intensité croît d'abord très rapidement, atteint un maximum correspondant à une épaisseur d'environ $0^{mm},20$, puis décroît rapidement en présentant encore deux maxima partiels; cette forme ondulatoire curieuse est certaine; elle a été constamment observée et j'y reviendrai prochainement.

» L'existence du premier et principal maximum s'explique par cette considération qu'il faut une certaine masse de fer et, par suite, une certaine épaisseur, pour absorber toutes les lignes de force du champ magnétique de l'aimant du téléphone. A partir de cette épaisseur, la masse de fer

qu'on ajoute doit être plutôt nuisible qu'utile au point de vue de l'intensité des effets produits par les variations du champ.

» Néanmoins, au point de vue de la reproduction, non plus d'un bruit, mais de la parole articulée, il était nécessaire de vérifier, à ce point de vue, les résultats mis en évidence par la forme de la courbe : cette vérification a été faite sur des téléphones dans lesquels la forme des aimants et, par



Courbe de l'intensité des effets produits dans un téléphone à diaphragme en fer d'épaisseur variable.

(Les abscisses représentent les épaisseurs en centièmes de millimètre.)

suite, la nature du champ magnétique étaient très différentes ; elle a été concluante : elle est d'ailleurs conforme à la pratique des bons constructeurs de téléphones et peut se formuler ainsi : *pour tout téléphone de champ magnétique donné, il y a une épaisseur de diaphragme en fer qui donne un maximum d'effet.*

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai les résultats obtenus avec des diaphragmes diamagnétiques. »

CHIMIE. — *Sur la vitesse de transformation de l'acide métaphosphorique.* Note de M. PAUL SABATIER.

« J'ai indiqué antérieurement ([1]) la loi générale de la transformation des solutions aqueuses d'acide métaphosphorique vitreux, y étant la dose d'acide, x le temps; l'expérience montre que $\log y$ varie proportionnellement à x; graphiquement, il est représenté par une ligne droite. On peut donc poser

$$\log y = -x \log a + \log b,$$

d'où

$$y = ba^{-x}.$$

» On déduit pour la vitesse

$$\frac{dy}{dx} = -ba^{-x}\frac{\log a}{\log e} = -y\frac{\log a}{\log e}.$$

» Elle est à chaque instant proportionnelle à la dose de substance transformable qui se trouve dans la liqueur : loi élémentaire des actions du même ordre, énoncée en 1865 par M. Berthelot pour les réactions non réversibles.

» a dépend de la température et de la concentration. J'avais déjà fait connaître quelques valeurs approchées de $\log a$. De nouvelles expériences, qui ont fourni, du reste, une vérification parfaite de la loi énoncée, m'ont permis de déterminer avec beaucoup plus de précision la variation de $\log a$.

» I. *Influence de la concentration.* — A une même température, les liqueurs se transforment d'autant plus vite qu'elles sont plus concentrées.

» J'ai étudié des solutions renfermant, par litre, depuis $\frac{195}{1000}$ jusqu'à $\frac{2400}{1000}$ de molécule d'acide métaphosphorique PhO^3H, transformé ou non.

» Par exemple, à 0°, on trouve :

Millièmes de molécule par litre.	Valeur de $\log a$ ([2]).
195	0,00032
207	0,00034

([1]) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 63.

([2]) J'avais antérieurement indiqué des valeurs en général un peu faibles.

Millièmes de molécule par litre.	Valeur de log a.
400	0,00045
540	0,00051
585	0,00057
620	0,00059
775	0,00069
980	0,00081
1170	0,00092
1700	0,00104
2400	0,00117

» Graphiquement, ces valeurs forment une courbe très allongée, qui diffère peu d'un système de deux droites qui se coupent vers $\frac{1170}{1000}$.

» On a des variations semblables pour les autres températures.

» Dans un intervalle restreint, *la valeur de* log$a$ *varie donc proportionnellement à la concentration*, c'est-à-dire au poids d'acide métaphosphorique (transformé ou non) qui est contenu dans 1^{lit} du liquide. On pourra poser entre certaines limites

$$\log a = mp + n,$$

p étant le nombre de millièmes de molécule d'acide par litre, m et n étant des coefficients qui dépendent de la température.

» Ainsi l'hydratation de l'acide métaphosphorique est d'autant plus lente qu'il y a plus d'eau pour l'effectuer. Il est donc impossible d'admettre que le phénomène se borne à la fixation d'eau. Au contraire, ce résultat ne surprend plus si l'on admet, comme Fleitmann et Henneberg l'ont déduit de l'étude chimique des métaphosphates, que l'acide métaphosphorique vitreux obtenu au rouge est un acide condensé, l'acide hexamétaphosphorique $(PhO^3H)^6$. Alors la transformation est surtout un phénomène de dédoublement, et celui-ci doit être d'autant plus lent à se produire que la masse active se trouve plus dispersée dans un dissolvant, l'hydratation ultérieure étant sans doute rapide.

» II. *Influence de la température*. — Nous avons déjà dit que la transformation, qui est lente à basse température, s'accélère beaucoup quand celle-ci s'élève. Voici un certain nombre de valeurs de log$a$, pour diverses liqueurs, à des températures comprises entre 0° et 80° [1] :

---

[1] Ces valeurs ont été trouvées directement ou calculées par interpolation à l'aide de résultats voisins. Le détail des mesures sera publié dans un Mémoire détaillé.

	Acide par litre.		
	$\frac{195}{1000}$.	$\frac{585}{1000}$.	$\frac{1170}{1000}$.
0°..........	0,00032	0,00057	0,00092
13,5........	0,00170	0,0027	0,0043
19..........	0,0032	0,0058	0,0089
31,5........	0,0126	0,0225	0,040
35..........	0,0177	0,035	0,057
42,5........	0,042	0,080	0,131
61..........	0,25	0,40	0,61
70..........	»	0,79	»
80..........	»	2,06	»

» Pour une même concentration, $\log a$ croît très vite avec la température t. Mais on peut voir que $\log(\log a)$ varie à très peu près proportionnellement à t, au moins entre 0° et 35°.

» On pourra alors poser

$$\log(\log a) = t \log \mu + \log \lambda,$$

d'où

$$\log a = \lambda \mu^t.$$

» On trouve d'ailleurs que le coefficient μ est sensiblement le même pour toutes les concentrations inférieures à $\frac{1200}{1000}$ par litre, savoir

$$\mu = 1,125.$$

Au contraire, λ dépend de la proportion d'acide, et, d'après ce que l'on a vu plus haut, nous aurons pour ces mêmes concentrations

$$\lambda = \alpha p + \beta,$$

donc

$$\log a = \mu^t(\alpha p + \beta).$$

» Entre 0° et 35° à 40°, et pour des liqueurs ayant par litre de $\frac{195}{1000}$ à $\frac{1200}{1000}$ de PhO^3H total, nous aurons

$$\log a = 1,125^t(0,000\,000\,6p + 0,000\,22).$$

L'accord de cette formule avec l'expérience est très satisfaisant.

Température.	Concentration en millièmes.	$\log a$ calculé.	$\log a$ trouvé.
0°....................	207	0,00034	0,00034
0....................	400	0,00046	0,00045
0....................	540	0,00054	0,00051

Température.	Concentration en millièmes.	log a calculé.	log a trouvé.
13°,5	600	0,0028	0,0028
13,5	1170	0,0045	0,0043
14	620	0,0031	0,0035
19	195	0,0031	0,0032
31,5	600	0,023	0,023
35	540	0,034	0,034

» Entre 0° et 40°, mais pour des concentrations supérieures à $\frac{1100}{1000}$, on peut poser assez exactement

$$\log a = 1,125^t(0,000\,000\,2p + 0,00068).$$

» Au-dessus de 40°, la croissance est moins rapide; mais il est plus difficile d'exprimer la variation de $\log a$ par une formule simple. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation du cobalt et du nickel après oxydation en liqueur ammoniacale.* Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Friedel.

« Le problème de la séparation du cobalt et du nickel a été l'objet d'un très grand nombre de travaux. Parmi les méthodes proposées, je me bornerai à rappeler celles qui se fondent sur les différences de propriétés des sels des deux métaux, lorsqu'ils ont été soumis à une suroxydation en liqueur ammoniacale.

» La première en date a été donnée par M. Terreil (1). Après ébullition avec du permanganate de potasse en léger excès, la solution est acidifiée par l'acide chlorhydrique; par refroidissement, elle dépose du chlorure purpuréo-cobaltique peu soluble; mais une partie du cobalt échappe à la précipitation. Le procédé ne convient donc pas à l'analyse proprement dite, mais peut être utilisé pour la préparation de sels de cobalt complètement exempts de nickel.

» M. Delvaux (2) a proposé de peroxyder de même par le permanganate et de précipiter ensuite le nickel de la solution ammoniacale par la

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 139; 1866.
(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 723; 1876.

potasse caustique; la majeure partie du cobalt reste en dissolution, mais une quantité importante se trouve dans le précipité, avec les oxydes de nickel et de manganèse; on ne peut pas la négliger, même après une deuxième opération semblable.

» M. Vortmann ([1]) prend pour agent d'oxydation l'hypochlorite de soude et chauffe la dissolution ammoniacale pendant quelques minutes pour transformer le sel de cobalt en sels purpuréo et lutéo-cobaltiques. Après refroidissement et addition d'eau pure, il précipite le protoxyde de nickel par la potasse en excès; le sel ammonio-cobaltique colore la liqueur en rouge, s'il y en a une quantité sensible, en jaune s'il n'y a que des traces de cobalt. Cette méthode fournit des indications très nettes pour les recherches qualitatives; elle n'a pas été, que je sache, utilisée pour les analyses quantitatives.

» J'ai étudié les effets produits par le *brome* et par l'*eau oxygénée* sur les sels de cobalt en présence des sels ammoniacaux et cherché si l'emploi de ces réactifs pouvait fournir un moyen de séparation effective des deux métaux.

» Pour employer le *brome*, il convient que la solution métallique soit froide et acide (ou qu'elle contienne du sel ammoniac); lorsqu'on la sursature par l'ammoniaque, il se fait un vif dégagement de bulles gazeuses et la dissolution devient aussitôt rose clair si elle ne renferme que du cobalt, violette si elle contient les deux métaux. C'est un sel roséo-cobaltique, qui s'est ainsi formé.

» L'*eau oxygénée* peut être ajoutée avant ou après sursaturation par l'ammoniaque; à froid, elle produit tout d'abord une coloration brune, qui, dans l'espace de quelques minutes, passe au rouge pourpre ou au rose, suivant qu'il y a plus ou moins de cobalt, au rose violacé si la proportion de nickel est importante. A chaud, la même transformation s'effectue en quelques instants. Mais c'est à froid qu'il faut observer la coloration; car, si la teinte bleue du nickel se maintient à chaud, celle du cobalt diminue beaucoup d'intensité et peut cesser d'être appréciable à l'œil. Ces différents faits constituent d'excellents caractères qualitatifs pour le cobalt.

» La solution ammoniacale peut être chauffée et maintenue quelque temps à 100°, sans cesser d'être limpide; mais, à la longue, elle tourne au rouge brun et se trouble. Le cobalt est à l'état de sel purpuréo-cobal-

---

([1]) *Monatshefte für Chemie*, t. IV, p. 1; 1883.

tique dans la liqueur pourpre; il se transforme en sel lutéo-cobaltique par ébullition prolongée. La décomposition ultérieure donne lieu à un dépôt de sesquioxyde de cobalt; mais ce dépôt n'arrive pas à être complet et il renferme du nickel; on ne peut donc pas employer ce moyen pour séparer les deux métaux.

» L'addition de potasse caustique dans la liqueur froide détermine la précipitation complète du nickel à l'état de protoxyde, pourvu que la potasse soit en excès suffisant, dépendant de la quantité de sel ammoniac et de celle d'ammoniaque libre. Une solution pure de sel purpuréo-cobaltique ne donne aucun précipité dans les mêmes conditions.

» Dans un mélange des deux sels, il se produit un dépôt verdâtre, que l'on pourrait croire exclusivement formé de protoxyde de nickel; mais, lorsqu'on le reçoit sur un filtre, il est facile de reconnaître qu'il est d'un vert plus sombre, et si on le traite par de l'acide azotique très étendu, on voit qu'il laisse un résidu brun; la solution est d'ailleurs colorée en jaune rosé ou en brunâtre par un peu de sel cobaltique.

» Si l'on dissout entièrement le précipité et qu'on répète les mêmes opérations, on obtient une liqueur rose et un dépôt vert, qui renferme souvent encore une petite quantité de cobalt; une troisième opération semblable n'en laisse plus qu'une quantité insensible à la balance.

» On peut donc faire alors le dosage du nickel sur le précipité en le transformant en peroxyde ou en sulfure, afin de le purifier des alcalis; quant au cobalt, on l'obtient intégralement, soit en faisant bouillir la solution alcaline, qui abandonne un dépôt brun clair de sesquioxyde de cobalt, soit en y précipitant le sulfure noir par un courant d'hydrogène sulfuré ou par du sulfhydrate d'ammoniaque.

» J'ai vainement essayé d'obtenir du premier coup un précipité de nickel exempt de cobalt en faisant varier l'état de combinaison de ce dernier métal, tantôt en opérant à froid la peroxydation, tantôt en chauffant plus ou moins longtemps la liqueur ammoniacale avec de l'hypochlorite, du brome ou de l'eau oxygénée. C'est en ne laissant que peu d'instants à 100°, puis refroidissant, ajoutant beaucoup d'eau et ensuite versant la solution de potasse, que j'ai obtenu les meilleurs résultats. Mais, je le répète, ils n'ont jamais été pleinement satisfaisants dès la première précipitation. Il convient de faire toujours l'opération deux fois.

» La méthode peut cependant être recommandée, parce qu'elle a le grand avantage de montrer clairement aux yeux, par la coloration rose de

la liqueur, la présence du cobalt, aussi longtemps qu'il en reste des traces pondérables.

» Au cours de ces recherches, j'ai plusieurs fois remarqué qu'en dissolvant par l'acide chlorhydrique le précipité produit par la potasse, puis traitant la liqueur par l'eau oxygénée et l'ammoniaque, il restait un léger précipité brun, qui, soumis au même traitement, passait au rose. Il semblait présenter quelques réactions nouvelles, et je crus avoir affaire au métal nouveau, dont MM. Krüss et Schmidt ont récemment annoncé la découverte (1); mais un examen plus attentif m'a montré que le précipité était constitué par de l'alumine avec de petites quantités de fer, de cobalt et de nickel. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité des sels.* Note de M. **H.-W. Bakhuis Roozeboom**, présentée par M. Friedel.

« M. Le Chatelier ayant présenté (2) quelques remarques critiques au sujet d'un travail que j'ai récemment publié sur les conditions d'équilibre entre les combinaisons solides et liquides de l'eau avec les sels, particulièrement avec le chlorure de calcium, je désire y répondre.

» D'abord, je ferai remarquer que je connaissais les dernières publications de ce savant. A propos d'une comparaison que j'ai établie entre la formule donnée par l'auteur pour la solubilité, en 1885, et une nouvelle formule, due à M. van der Waals, que je proposais comme plus rigoureuse, j'ai fait mention (3) des deux occasions dans lesquelles l'auteur est revenu sur les fondements de sa formule.

» Je regrette de ne pouvoir laisser ici nos formules hors de discussion; mais l'opinion divergente que M. Le Chatelier émet sur la signification des deux branches de la courbe de solubilité, que j'ai trouvées pour le $CaCl^2, 6H^2O$ (4), résulte de la différence même entre ces formules.

» La formule de M. Le Chatelier se trouve dans mon Mémoire (p. 120)

---

(1) *Deutsche chemische Gesellschaft,* t. XXII, p. 11; 1889.

(2) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 565; 18 mars 1889.

(3) Page 125 de mon Mémoire, *Rec. trav. chim. Pays-Bas,* t. I; 1889.

(4) Auparavant, j'avais trouvé déjà de telles branches dans l'étude de $HBr, 2H^2O$ et $AzH^4Br, 3AzH^3$.

sous la forme

$$\frac{dlS}{dt} = -\frac{1}{\alpha} \times \frac{Q_b^x}{2T^2}. \qquad (1)$$

» En considérant les courbes de solubilité de $CaCl^2, 6H^2O$, S est le nombre des parties de $CaCl^2$ pour 100 parties d'eau contenues dans la dissolution saturée; α le coefficient d'abaissement de tension; Q_b^x la chaleur de dissolution d'une molécule $CaCl^2, 6H^2O$ dans $(x-b)$ molécules d'eau, la dissolution saturée renfermant xH^2O pour $1 CaCl^2$.

» Dans le diagramme où j'ai représenté les deux concentrations possibles pour les dissolutions en équilibre avec $CaCl^2, 6H^2O$ au-dessous du point de fusion de cet hydrate, j'ai fait rencontrer les deux branches de la courbe en ce point, de sorte qu'elles y ont une tangente verticale.

» M. Le Chatelier regarde ce fait comme en désaccord avec la formule. J'en conviens. Une tangente verticale exigerait $\frac{dS}{dt} = \infty$, ce qu'on ne peut déduire de la formule (1) qu'en supposant la chaleur de dissolution infinie, ce qui est absurde. Une même conclusion pouvait être tirée de la formule un peu différente que l'auteur a développée plus tard [1].

» Je m'étonne cependant de la voir tirer d'une formule que l'auteur lui-même reconnaît être approximative [2] et n'avoir de valeur un peu exacte que pour les dissolutions peu concentrées. Or, dans le cas présent, il s'agit de concentrations très fortes.

» Au contraire, la formule rigoureuse, dont j'ai indiqué l'accord numérique avec les expériences, *exige* une tangente verticale à la courbe au point de fusion.

» Elle s'écrit

$$\frac{dS}{dt} = \left(\frac{dS}{dlp}\right)_T \times \frac{Q_b^{\infty x}}{2T^2(x-b)}, \qquad (2)$$

dans laquelle p égale la tension de la dissolution saturée, et $Q_6^{\infty x}$ la chaleur de dissolution d'une molécule $CaCl^2, 6H^2O$ dans une quantité infinie de la dissolution saturée. Au point de fusion, on a $x = b$. Le dénominateur du second membre devient égal à zéro, et ainsi l'on obtient $\frac{dS}{dt} = \infty$.

» *La tangente verticale est donc une conséquence nécessaire de la formule rigoureuse.*

---

(1) *Recherches sur les équilibres chimiques*, p. 138.

(2) *Loc. cit.*, p. 50, 139, 140.

» Quant à la représentation graphique des valeurs observées, dans le diagramme que j'avais publié, les deux branches pour les températures au-dessous du point de fusion formaient nettement une courbe *continue*, sans aucune tentative de ma part pour corriger les résultats. Aussi, je ne la reconnais pas dans la courbe que M. Le Chatelier affirme avoir reproduite sur une échelle vingt fois plus grande.

» En outre, une telle échelle ne correspond aucunement au degré d'exactitude des observations, et il va sans dire que la courbure au point de fusion deviendra beaucoup moins nette, si l'on agrandit outre mesure l'échelle des températures.

» Je veux même aller plus loin, en prétendant que, sans aucun guide théorique, on ne saurait jamais arriver à une certitude complète pour savoir si deux courbes expérimentales, qui ne peuvent être prolongées au delà de leur point de rencontre (comme c'est le cas ici), y forment un point anguleux, ou si elles présentent une courbe de raccordement.

» M. Le Chatelier apporte encore un argument pour l'existence d'un tel point anguleux au point de fusion, en faisant observer qu'on a affaire à deux courbes entièrement distinctes : l'une pour les dissolutions de $CaCl^2, 6H^2O$ dans l'eau; l'autre pour les dissolutions du même hydrate dans le sel anhydre ou dans un des hydrates inférieurs.

» Je regrette d'autant plus de ne pouvoir accepter non plus cette manière de voir, qu'elle rompt l'accord entre M. Le Chatelier et moi sur les conditions nécessaires pour l'existence d'un point anguleux.

» Nous étions d'accord sur ce point, qu'une courbe nouvelle commence au moment même où un nouvel hydrate *solide* apparaît; et mes expériences sur le chlorure de calcium, qui semblait auparavant faire exception, avaient amplement contribué à décider définitivement cette question. Ce n'était qu'un cas particulier de la règle générale que j'avais établie : qu'un point anguleux (nommé par moi *point multiple*) se rencontre toujours au moment où un nouveau système prend naissance par le remplacement d'une des phases par une autre.

» Or, je ne puis admettre qu'il y ait changement de système au point de fusion. L'on a toujours l'équilibre entre $CaCl^2, 6H^2O$, dissolution et vapeur, que cette dissolution contienne plus ou moins d'eau que l'hydrate solide. J'ai, dans un Mémoire antérieur, fixé l'attention sur ce fait que l'équilibre entre un corps solide, un liquide et une vapeur, dans un système composé de deux substances, est entièrement défini et indépendant des suppositions qu'on peut faire sur la nature des complexes liquides.

» Nous présumons maintenant que l'état d'hydratation des molécules salines dans une dissolution aqueuse varie avec la température et la concentration. Néanmoins, la concentration de la dissolution en équilibre avec $CaCl^2, 6H^2O$ varie continuellement, aussi longtemps qu'elle contient plus ou moins de $6H^2O$. Pourquoi la variation deviendrait-elle brusque au moment où elle dépasse la composition de l'hydrate?

» Ce qui me semble résulter de nouveau de cette discussion, c'est la nécessité, sur laquelle j'ai tant insisté, de faire attention au nombre des phases qui entrent dans un système en équilibre. Dans le point de fusion il n'y a que les trois phases nommées; dans les points anguleux doivent exister quatre phases, si le système renferme, comme c'est le cas ici, deux corps constituants ($CaCl^2$ et H^2O). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers chlorhydriques à l'aide des alcools saturés d'acide chlorhydrique et chauffés en vase clos, avec une forte dose d'acide chlorhydrique très concentré* (¹). Note de M. **H. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« On a souvent conseillé, pour la préparation des éthers chlorhydriques, de saturer d'abord l'alcool d'acide chlorhydrique et de chauffer la solution en vase clos.

» Cette disposition semblait préférable à celle qui eût consisté à chauffer l'alcool avec de l'acide chlorhydrique aqueux : on espérait ainsi réduire au minimum l'action saponifiante de l'eau et reculer le plus possible la limite de l'éthérification. C'est le contraire qui a lieu en réalité.

» D'abord, il s'en faut, et souvent de beaucoup, que l'alcool (surtout bien exempt d'eau) dissolve son équivalent d'acide chlorhydrique. On est donc bien loin de réaliser des conditions favorables à l'éthérification de l'alcool. On favorise, au contraire, l'éthérification de l'acide (²), et, au moment de l'équilibre, il y a, en présence, des quantités de même ordre d'éther, d'eau et d'alcool, et très peu d'acide.

» Si donc l'on envisage, d'une part, les actions antagonistes de l'eau et

---

(¹) Les détails des présentes recherches seront exposés dans le *Bulletin de la Société chimique*.

(²) Expériences de MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles sur l'influence des proportions relatives d'alcool et d'acide (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXVI, § VII, p. 85 et 88, et t. LXVIII, p. 349 et 350).

de l'acide (sans avoir égard à l'alcool excédant), on voit que, contrairement à la prévision admise, l'influence de l'eau est le plus favorisée; il est vrai que si, d'autre part, on considère les actions également antagonistes, de l'eau et de l'alcool excédant, la prépondérance appartient à l'excès d'alcool.

» Mais, quand on veut éthérifier un alcool, ce n'est point par un excès d'alcool, mais bien par un excès d'acide, qu'il faut s'opposer à la décomposition de l'éther.

» C'est aller contre son but que d'employer trop peu d'acide pour avoir moins d'eau. Ce qui importe, c'est beaucoup moins la quantité absolue d'eau que la proportion relative d'eau et d'acide.

» Si l'on fait en sorte que l'eau soit toujours chargée d'une quantité suffisamment grande d'acide chlorhydrique, son action saponifiante sera jusqu'à la fin compensée, et au delà, par l'action éthérifiante de l'acide.

» C'est le résultat que j'ai obtenu en saturant d'abord parfaitement l'alcool d'acide chlorhydrique et l'additionnant ensuite d'une forte dose, convenablement calculée, d'acide chlorhydrique au maximum de concentration.

» Le titre acide du système diminue à mesure que l'éthérification s'effectue, mais le volume de l'eau produite, jointe à l'eau primitive, est tel que le titre acide présente encore, à la fin, une valeur élevée.

» Cette disposition est tellement efficace qu'elle rend l'éthérification à très peu près intégrale, et en un temps très court.

» On s'en rendra compte aisément si l'on observe que la condition signalée par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles comme capable de conduire au premier résultat est réalisée ici [1]. En effet, le système, homogène au début, devient bientôt hétérogène : l'éther se sépare en couche surnageante; l'alcool et l'acide restent en présence dans la couche inférieure, et l'eau n'a guère contact avec l'éther qu'à la surface de séparation des deux couches [2].

---

(1) *Expériences relatives à la séparation de l'eau d'éthérification. Éther éthalstéarique* (*Annales de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. LXVI, p. 50, et t. LXVIII, p. 232).

(2) Les circonstances que je décris ici sont si parfaitement identiques avec celles qui se trouvent réalisées dans une expérience de M. Berthelot, que je demande la permission de citer textuellement l'illustre auteur : « Un mélange d'alcool ordinaire et d'acide valérique à équivalents égaux, préparé le 18 avril 1861, avait donné naissance, en novembre 1877, à de l'éther éthylvalérique et à de l'eau, qui s'était *séparée* sous

» D'autre part, si l'on se reporte aux expériences de MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles sur la vitesse d'éthérification dans les systèmes plus ou moins « dilatés » ou « dilués » ([1]), on voit que, dans les conditions où je me place, les masses réagissantes, par le fait de leur extrême concentration, se trouvent dans l'état le plus favorable à la rapidité de l'opération.

» Aussi ai-je observé que le chlorure d'amyle apparaît en couche surnageante et se forme entièrement en quinze minutes. Le chlorure d'éthyle se forme aussi rapidement. La réaction est tellement énergique qu'il est prudent d'éteindre le feu au moment où elle se déclare.

» La température à laquelle il est nécessaire de porter le système est notablement abaissée. C'est là une circonstance qui favorise la pureté du produit. La rapidité même de la préparation concourt à ce résultat, car l'action d'une température relativement peu élevée (100°, par exemple) suffit pour altérer l'éther, à la longue.

» Ainsi, outre l'économie de temps, on a l'avantage de réduire au minimum les produits de l'altération de l'éther, produits encore peu connus, et dont la présence est très gênante dans les recherches relatives aux éthers simples.

» Parmi ces produits d'altération, je signalerai les éthers $HR(C^nH^{2n})^m$ qui correspondent aux polymères du carbure diatomique C^nH^{2n}, isologue de l'alcool primitif.

» Ces éthers de carbure condensés se produisent avec les différents hydracides. J'en ai observé, en appliquant le procédé de Personne. Leur formation, subséquente de l'éthérification principale, me paraît s'enchaîner très naturellement à la « théorie de l'éthylène », si considérablement développée par M. Berthelot. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la méthylacétanilide.* Note de M. **H. Giraud**, présentée par M. Friedel.

« Les *Comptes rendus* pour la séance du 18 mars renferment une Note du Dr Dujardin-Baumetz sur les propriétés médicales d'une substance pré-

---

forme liquide. Dans ce tube, la proportion d'éther éthérifié est de 81,7 au lieu de 65,8 à 200°. Mais, à 200°, le système est *homogène....* » (*Annales de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 440).

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* t. LXVI, § IV, p. 54, et § V, p. 65.

parée par M. Brigonnet sous le nom d'*exalgine*. Ce corps, d'après la Note, porte le nom scientifique de « ortho-méthylacétanilide et peut » exister, comme tous les dérivés aromatiques, sous les trois modifica- » tions ortho, para et méta. »

» Or le nom d'*ortho-méthylacétanilide* ne peut s'appliquer qu'à un corps décrit par Beilstein et Kuhlberg sous le nom d'*acéto-orthotoluide* et préparé au moyen de l'orthotoluidine et de l'acide acétique.

» La substance préparée par M. Brigonnet n'est pas nouvelle, elle a été décrite par M. Hofmann en 1874; sa vraie désignation est *méthylacétanilide,* et elle ne peut pas exister sous trois modifications, car le radical phényle contenu dans sa molécule n'est pas substitué.

» On utilise ce corps, dans les laboratoires, pour préparer la monométhylaniline pure et on le fabrique en grand, à bas prix, au moyen de la monométhylaniline, dont la préparation est devenue industrielle. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De l'analyse des quinquinas et de la solubilité relative des principes immédiats qu'ils contiennent, dans l'eau, l'alcool et l'acide chlorhydrique étendu.* Note de M. **Ed. Landrin**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Il m'a paru intéressant, pour me rendre compte de la valeur relative des préparations médicinales du quinquina, de rechercher si l'on pouvait facilement épuiser ces écorces par certains dissolvants et en extraire la totalité des alcaloïdes qu'elles contiennent. Le type du quinquina que j'ai choisi pour mes essais est le *quinquina succirubra,* provenant des cultures du gouvernement hollandais à Java. Avant de donner les résultats obtenus, je décrirai rapidement la méthode que j'emploie, depuis de longues années, pour l'analyse des quinquinas, et qui m'a toujours fourni les meilleurs résultats dans ma pratique journalière, résultats absolument concordants pour une même écorce.

» On prend 300^{gr} du quinquina à essayer, qu'on réduit en poudre assez fine pour passer au tamis n° 40; d'autre part, on prépare un lait de chaux avec 75^{gr} de chaux caustique, on y ajoute 75^{gr} d'une solution de soude caustique à 40° B. et 1^{lit} d'eau. On verse le quinquina dans ce mélange, de manière à en faire une bouillie bien homogène. Si le mélange était trop épais, on pourrait l'étendre d'un peu d'eau.

» J'attache une grande importance à l'emploi du mélange des deux alca-

lis, pour mettre en liberté la totalité des alcaloïdes du quinquina; en effet, c'est seulement depuis que j'ai recours à cette méthode que mes résultats n'ont différé au maximum que de 1 pour 1000, alors que j'obtenais des écarts bien plus considérables en me servant des méthodes que j'ai décrites en 1877. Le mélange fait, on verse sur le quinquina 2^{lit} d'huile de schiste, qu'on porte à la température de 100° pendant vingt minutes, en agitant constamment le quinquina et l'huile pour que le tout soit constamment en contact; on décante ensuite l'huile saturée d'alcaloïdes qu'on remplace par 2^{lit} d'huile et l'on recommence exactement la même opération. On a donc, en résumé, tous les alcaloïdes du quinquina en solution dans 4^{lit} d'huile. Le premier lavage entraîne en moyenne les $\frac{9}{10}$ des alcaloïdes; c'est ainsi que, dans une opération, on a retiré des deux premiers litres d'huile : $11^{gr},450$ de sels cristallisés et des deux derniers litres $1^{gr},710$. Un troisième lavage à l'huile serait inutile.

» Les 4^{lit} d'huile de schiste chaude sont ensuite lavés : d'abord avec 75^{cc} d'eau acidulée à l'acide sulfurique à $\frac{1}{10}$ additionnée de 150^{cc} d'eau, pendant dix minutes, puis le liquide acide est décanté. Cette opération est renouvelée, une seconde fois, avec les mêmes quantités des mêmes liquides, et, une troisième fois, avec des quantités deux fois moindres. On réunit les deux premières liqueurs acides, et on les neutralise à l'ébullition avec de l'ammoniaque, pour en séparer les résines; on opère de même avec le troisième liquide acide qui sert à laver le filtre de la première opération. Par refroidissement, la proportion d'eau acide, par rapport au quinquina employé, est telle que la plus grande partie des sels alcaloïdiques cristallisent : en moyenne, les $\frac{9}{10}$. On sépare ces sulfates par filtration et les eaux mères sont précipitées par la soude caustique; les alcaloïdes essorés, séchés et pressés, sont repris par la plus petite partie d'eau acidulée pour les transformer en sulfates, sans acidifier la liqueur. La totalité des sulfates est pesée et leur séparation effectuée par les méthodes connues ([1]).

» En opérant ainsi, j'ai trouvé que le *quinquina succirubra*, dont je me proposais l'examen, contenait par kilogramme :

	gr
Alcaloïdes totaux	75,92
Sels cristallisables	51,83
Sulfate de quinine	21,27

([1]) Pour de plus amples détails concernant la fin de l'analyse et la séparation du sulfate de quinine, voir ma Thèse présentée à l'École de Pharmacie en 1877.

» Ayant ainsi déterminé la composition de ce quinquina, j'ai cherché l'action qu'exerçaient sur lui les différents liquides employés habituellement à l'épuisement.

» J'ai d'abord traité par l'eau bouillante, jusqu'à complet épuisement, puis séché, pesé et analysé. En tenant compte de l'eau, sa composition peut être ainsi représentée :

Eau	100
Matières extractives solubles dans l'eau	340
Matières insolubles	560
	1000

	Alcaloïdes totaux.	Sels cristallisables.	Sulfate de quinine.
Partie soluble	64,42	43,49	15,85
Partie insoluble	11,50	8,34	5,42

» L'eau suffit donc pour enlever au quinquina la plus grande partie des principes actifs qu'il contient.

» Les mêmes expériences ont été faites en traitant le quinquina par l'alcool à 90° et par l'eau acidulée à l'acide chlorhydrique (méthode de M. de Vrij); les résultats obtenus sont les suivants :

	Traitement par l'alcool.	Traitement de Vrij.
	gr	gr
Eau	100	100
Matières extractives solubles	325	260
Matières extractives insolubles	575	640

	Alcaloïdes.	Sels cristallisables.	Sulfate de quinine.	Alcaloïdes.	Sels cristallisables.	Sulfate de quinine.
Partie soluble	65,97	45,71	18,27	58.68	39,61	13,88
Partie insoluble	9,95	6,12	3,00	17,24	12,22	7,39

» L'alcool enlève au quinquina sensiblement autant de principes extractifs et d'alcaloïdes que l'eau; mais l'acide chlorhydrique étendu en enlève un peu moins que les deux premiers dissolvants, contrairement à ce qui est généralement admis. Par contre, l'épuisement avec ce dernier réactif exige beaucoup moins de liquide que les deux premières méthodes; de plus, l'extrait obtenu, ramené au poids du quinquina employé, est beaucoup plus soluble dans les dissolvants et notamment dans l'eau; il possède, en

outre, une saveur bien plus franche que les extraits aqueux et alcoolique et me paraît pour ces raisons devoir leur être préféré. Dans une prochaine Communication, j'examinerai le dosage et la séparation des principes extractifs solubles du quinquina autres que les alcaloïdes qu'il renferme. »

MINÉRALOGIE. — *De la solubilité de divers minéraux dans l'eau de mer.* Note de M. J. THOULET.

« Je me suis proposé dans mes expériences de rechercher la solubilité de divers minéraux dans l'eau de mer. Cette solubilité, très faible, rend les expériences fort longues et délicates.

» Le minéral était concassé, tamisé en grains uniformes de la dimension d'un petit grain de millet, séparé en deux portions à peu près égales dont chacune était pesée après que le poids en était devenu invariable, grâce à une dessiccation à l'étuve vers 125°. Une première portion a été placée dans un flacon bouché à l'émeri et mise en contact avec un volume déterminé d'eau de mer filtrée; on agitait plusieurs fois par jour. Après une semaine, l'eau était vidée à l'aide d'un filtre-siphon, de manière à être certain qu'aucun fragment solide n'était emporté, et remplacée par une nouvelle quantité d'eau de mer. L'expérience a duré sept semaines. Au bout de ce temps, l'eau de mer a été remplacée par de l'eau distillée de volume connu et renouvelée de semaine en semaine pendant sept semaines; en même temps, la seconde portion du minéral était mise en contact, dans des conditions absolument identiques, avec de l'eau distillée, dans un second flacon. Les températures maxima et minima notées jour par jour ont été respectivement de 19° et de 5° pour la période d'immersion dans l'eau salée, de 19°,5 et de 3° pour la période d'immersion dans l'eau douce, donnant une température moyenne de 12°,8 pour la première et de 11°,5 pour la seconde période. La quantité totale d'eau de mer, de densité égale à 1,0232 à 17°,5, et celle de l'eau distillée, mises en contact avec chaque minéral, se sont élevées à 4950^{cc}. La surface totale des grains, pour 1^{gr}, était de $26^{cq},06$ environ.

» Après les quatorze semaines de contact avec l'eau salée et l'eau douce et les sept semaines seulement de contact avec l'eau distillée, le liquide, qui ne donnait aucune trace de précipité par l'azotate d'argent, a été enlevé

pour la dernière fois; les deux portions de grains minéraux ont été recueillies à part, desséchées et pesées.

» Les résultats obtenus sont inscrits dans le Tableau suivant :

Minéraux.	Eau de mer : 7 semaines. Eau distillée : 7 semaines. Poids primitif.	Perte brute.	Perte pour 1gr.	Eau distillée : 7 semaines. Poids primitif.	Perte brute.	Perte pour 1gr.	Différence des pertes pour 1gr.
Obsidienne.......	5,4237	0,0007	0,0001	3,2973	0,0000	0,0000	0,0001
Pierre ponce.....	3,0856	0,0111	0,0036	3,0938	0,0135	0,0044	—0,0008
Amphibole.......	4,9349	0,0073	0,0015	5,9842	0,0068	0,0011	0,0004
Orthose.........	5,2102	+0,0006	+0,0001	4,1877	0,0015	0,0015	—0,0017
Marbre..........	5,0854	0,0841	0,0165	5,5224	0,0917	0,0166	—0,0001
Coquilles [1].....	5,1736	0,1064	0,0206	5,5885	0,1091	0,0195	0,0011
Corail [2]........	4,8956	0,1294	0,0264	5,8417	0,1559	0,0267	—0,0003

» La solubilité dans l'eau de mer est donc extrêmement faible et très notablement inférieure à la solubilité dans l'eau douce. Le phénomène s'explique par l'absence totale d'acide carbonique libre dans l'eau de mer, qui d'ailleurs manifeste une réaction alcaline au tournesol et à la coralline.

» Dans le cas du marbre, de l'orthose, de la pierre ponce et du corail, la perte dans l'eau de mer a été négative. Ce résultat s'explique par ce fait que de petites algues ont pris naissance dans les flacons où s'exécutaient les expériences et en plus grande quantité dans ceux contenant pendant quatorze semaines de l'eau de mer et de l'eau douce que dans ceux ayant contenu de l'eau douce pendant sept semaines seulement. Le poids de ces algues est venu troubler les résultats. De nouvelles expériences devront être faites à l'abri de la lumière. D'autre part, la concordance des résultats obtenus pour un même minéral montre que, l'influence de la lumière mise à part, les expériences ont été correctes.

» Cette observation trouve son application en Géologie et peut expliquer la présence ou l'absence de fossiles dont on ne retrouve plus quelquefois que les moules dans certaines couches formées au sein des eaux

---

(1) Coquilles de *Pectunculus pilosus* et de *Cardium edule* en portions à peu près égales, prises au bord de la mer et ayant déjà quelque peu subi l'influence des agents atmosphériques; elles contiennent 92,72 pour 100 de carbonate de chaux.

(2) Corail mort de l'espèce *Cladocora*.

marines ou des eaux douces, ou bien encore d'origine marine, mais postérieurement émergées. »

ZOOLOGIE. — *Sur les formations de recouvrement chez l'*Anatife *et le* Pollicipes. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« La couche épithéliale externe du corps et du pédoncule des Cirrhipèdes sécrète un revêtement chitineux, dont la face externe est recouverte par une cuticule formée de fines fibres parallèles reliées par des anastomoses. On sait que des plaques calcaires peuvent se développer, non seulement dans la couche chitineuse du capitulum, mais aussi dans celle qui recouvre le pédoncule, pour constituer de petites écailles, ainsi que cela arrive chez le *Scalpellum*. Les ouvrages classiques enseignent que le pédoncule du *Pollicipes* est également couvert d'écailles, ce qui ferait supposer que ces petits corps, en forme de rectangles aux angles arrondis, dont les bords foncés entourent une masse blanchâtre, qui sont disposés en files longitudinales et obliques à la surface de la couche chitineuse du pédoncule, sont simplement des écailles calcaires analogues à celles du *Scalpellum*. En réalité, ces formations caractéristiques du genre *Pollicipes* ont une structure très compliquée et ne méritent pas du tout le nom d'*écailles*.

» La couche chitineuse du pédoncule présente à sa surface une série de dépressions coniques, sortes de fossettes, tapissées par une membrane qui se continue avec la cuticule générale qui recouvre la couche chitineuse. Seulement, cette membrane cuticulaire ne s'arrête pas au bord de la fossette qu'elle tapisse : elle se prolonge librement, et en s'élargissant, en dehors de la couche de chitine, sur une longueur qui correspond à peu près à la profondeur de la fossette. De cette manière, se trouve constituée une sorte de coupe ou de cupule dont la région interne est enfoncée dans la couche de chitine et présente des stries longitudinales et transversales très élégantes, tandis que la moitié externe se trouve située en dehors de cette couche et offre une couleur uniforme d'un brun foncé. La région interne renferme une concrétion arrondie, à surface mamelonnée, et qui fait effervescence avec les acides : je la considère comme formée par du carbonate de chaux uni à une substance organique. Quant à la région externe élargie, elle se trouve occupée par une masse blanchâtre, finement granuleuse et se colorant en rose par le carmin. Cette masse remplit complètement la cavité de la cupule ; elle se trouve limitée extérieurement par une mem-

brane très fine qui s'insère sur le bord libre de la cupule et se confond avec la couche cuticulaire qui en forme la paroi. La membrane correspond donc à la base du cône que forme la cupule, qui se trouve ainsi transformée en un organe clos. Cette masse granuleuse représente, avec le bord externe des cupules, la seule partie que l'on aperçoive lorsqu'on regarde la surface du pédoncule; c'est elle qui donne à ces prétendues écailles leur coloration blanche, tandis que leurs bords foncés ne sont autre chose que les bords externes des cupules.

» Au fond de chaque cupule, il existe un orifice arrondi, limité par un rebord légèrement renflé : ses bords se continuent avec un tube dont la paroi est toujours formée par la même cuticule à coloration brune que la paroi de la cupule. Ces tubes traversent de part en part la couche chitineuse en s'amincissant progressivement à mesure qu'ils se rapprochent de sa face interne, mais leur lumière reste toujours parfaitement distincte; leur trajet est légèrement sinueux. C'est grâce à la présence de ces tubes que les cupules peuvent recevoir les matériaux nutritifs qui leur sont nécessaires.

» La couche chitineuse du pédoncule de l'Anatife ne porte à sa surface aucune formation de recouvrement; mais cependant la membrane cuticulaire qui la tapisse présente certains épaississements qui, jusqu'à un certain point, rappellent les dispositions observées chez le *Pollicipes*.

» En étudiant par sa face externe une portion de la couche de chitine, on observe d'abord un système de stries très fines et parallèles qui correspondent aux intervalles séparant les minces fibres cuticulaires. Mais on est frappé de suite par la présence de corps arrondis, d'une couleur jaune clair, constitués par des épaississements particuliers de la cuticule. Ces corps renferment souvent un globule unique, de forme également arrondie, mais présentant une couleur jaune plus foncée. Ces globules sont susceptibles de se diviser, et l'on en trouve parfois jusqu'à quinze réunis dans une même plaque qui perd sa forme régulière et s'allonge. Les coupes transversales montrent très nettement les rapports de ces formations avec la cuticule; elles apprennent de plus que ces épaississements n'ont point une forme sphérique, comme le fait croire leur aspect sur les objets vus de face, mais sont au contraire hémisphériques. Ils ont la forme de lentilles plan-convexes, et ils sont reçus dans des excavations plus ou moins profondes de la couche de chitine. De ces épaississements naissent des fibres, toujours formées de substance cuticulaire, qui se dirigent vers la face interne de la couche de chitine : les unes, très fines, offrent un trajet oblique

et très sinueux; les autres, plus grosses et présentant un double contour, ont un trajet presque rectiligne. Je ne crois pas que ces fibres soient creuses comme celles qui partent du fond des cupules du *Pollicipes*.

» Bien que ces formations diffèrent beaucoup de celles que nous avons décrites chez le *Pollicipes*, elles sont incontestablement de même nature que ces dernières. Les renflements hémisphériques avec les globules qui se différencient dans leur intérieur, chez l'Anatife, sont constitués par la cuticule et sont reçus dans des fossettes de la couche chitineuse, de même que chez le *Pollicipes* les cupules ne sont que des différenciations de la cuticule, reçues dans des fossettes plus profondes que chez l'Anatife. Les formations sont plus compliquées chez le *Pollicipes*, mais dans les deux genres elles se continuent avec des fibres de même nature, qui traversent en direction radiaire la couche chitineuse sous-jacente pour se terminer sur sa face interne.

» La structure des valves calcaires du capitulum présente aussi quelques particularités chez le *Pollicipes*. Chez l'Anatife, comme chez les autres Cirrhipèdes, le tissu calcifié et compact des valves est simplement recouvert d'une mince cuticule; sur les coupes on n'y observe que des couches successives de dépôt. Chez le *Pollicipes*, dont les valves ont une épaisseur considérable, ces plaques calcaires sont divisées en trois ou quatre étages par des lames secondaires de cuticule qui se détachent de la cuticule externe au niveau du bord des valves. De plus, des fibres cuticulaires radiaires, à trajet sinueux, s'étendent entre ces lames. Lorsqu'on observe ces fibres sur des coupes tangentielles, on les trouve toujours situées dans une aire arrondie, moins colorée que le tissu général de la plaque. Enfin, au lieu d'être compact comme dans les autres genres, ce tissu est creusé de nombreuses lacunes, de formes et de dimensions très variables, et qui sont absolument vides (¹). »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les terrains tertiaires supérieurs de la région de Pézenas (Hérault).* Note de M. DE ROUVILLE, présentée par M. Hébert.

« La Société géologique de France, dans sa réunion extraordinaire à Montpellier (octobre 1868), eut l'occasion de constater que le département

(¹) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, à l'aide des échantillons vivants provenant de la station maritime de Roscoff et qui m'étaient adressés par M. de Lacaze-Duthiers.

de l'Hérault n'était pas moins riche en documents précieux pour l'histoire des terrains tertiaires supérieurs (Montpellier, Pézenas) que pour celle des terrains paléozoïques (Cabrières).

» Quelques faits nouveaux relatifs aux premiers accroîtront, peut-être, l'intérêt de ceux qu'elle fut à même d'observer ([1]).

» MM. Biche et Triadou, de Pézenas, tous deux associés depuis longtemps avec un zèle infatigable à mes études dans leur région, ont découvert une nouvelle station de la faune d'Hauterive et un nouveau gisement de *Potamides Basteroti* qui n'ont pas encore été signalés.

» A 4^{km} environ à l'ouest de Pézenas, au tènement de Saint-Palais, au nord de la campagne Payrat, sur la berge droite du ruisseau de Saint-Martial, au-dessous de la masse de sable et de gravier qui lui avait déjà fourni deux mâchoires de Rhinocéros, soumises, lors du passage de la Société, à l'examen de M. le Professeur Gaudry, M. Biche a trouvé dans une couche d'argile verdâtre des *Helix* et une Clausilie que M. Fischer, qui a bien voulu les examiner, rapproche, sans toutefois garantir leur identité, de l'*Helix Chaixi* et de la *Clausilia Terveri;* l'association de ces genres s'ajoutant aux analogies des espèces me les fait considérer comme hauteriviens; une Lymnée très ventrue et un Cyclostome, qui paraît à M. Fischer différer de celui d'Hauterive, accompagnent, ainsi qu'un petit Planorbe, les *Helix* et la Clausilie.

» Cette même argile s'est encore rencontrée à environ 1500^{m} à l'ouest dans le ruisseau de Ratacos, en contre-bas de la campagne d'Aigues-Vives. Il est probable que tous les ravins de la contrée, suffisamment creusés et débarrassés des débris qui les encombrent, la mettraient au jour. Ce dernier gisement n'a fourni que des traces indéterminables de fossiles brisés, mais que les morceaux de tests et la situation stratigraphique rapportent à l'horizon des argiles de Saint-Palais.

» Si l'on se rappelle ([2]) que les ossements de Rhinocéros et d'Antilope rencontrés dans les graviers supérieurs ont été reconnus par M. Gaudry pour les Rhinocéros et l'Antilope de Montpellier, on est amené à reconnaître dans le gîte en question une faune d'Hauterive inférieure à des sables à fossiles montpelliérens, semblablement, d'ailleurs, à ce qui s'observe, d'après ce qu'a bien voulu me communiquer M. Depéret, à Hauterive même, à Lenz-Lestang et à Mollon, dans le Dauphiné. Quant aux sables mêmes de Montpellier, on sait, depuis les travaux de Marcel de

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXV, p. 944.
([2]) *Loc. cit.*, p. 954.

Serres, qu'ils supportent les dépôts du Palais de Justice, bien connus par leurs *Helix* et leurs Clausilies.

» Montpellier et Pézenas sembleraient donc établir la réalité d'un niveau de la faune d'Hauterive dans l'épaisseur même des sables à *Rhinoceros leptorhinus* et *Palæoxyris Cordieri;* autrement dit, nous aurions, dans l'Hérault, la faune d'Hauterive en pleine faune de Montpellier.

» La trouvaille de M. Triadou, qui date elle-même d'un certain nombre d'années, fait connaître un gîte nouveau de *Potamides Basteroti,* accompagné de la *Paludestrina Escoffieræ* aux formes multiples, ici comme partout; c'est à une petite distance à l'ouest du village de Bassan, à près de 9km de Pézenas vers Béziers, qu'au-dessous d'un abrupt considérable de sable et de gravier affleure une couche d'argile renfermant en très grande quantité les fossiles susnommés.

» Comme l'argile de Saint-Palais, celle-ci recouvre immédiatement les marnes mollassiques à *Ostrea crassissima* et supporte une formation détritique qui n'a offert encore aucun fossile, mais qui ne paraît pas autre que le prolongement occidental du gravier à Rhinocéros de Saint-Palais : une circonstance sédimentaire qui les rapproche, c'est le développement, au milieu de leur masse, de marnolites plutôt lacustres que fluviatiles, dont le caractère s'accentue, à Bassan, par l'interposition de bancs de marnes et de calcaires en lentilles discontinues.

» La couche à Potamides rappelle naturellement le gisement de la Gaillarde, près Montpellier, qui posséderait en plus les *Melampus,* et en moins les Paludestrines. Avons-nous affaire au même horizon? Tout semble indiquer tout au moins une station bien analogue. En superposition directe sur la mollasse, les Potamides de Bassan réaliseraient les conditions stratigraphiques que j'ai admises récemment pour celles de la Gaillarde. Que si, conformément aux vues de M. Viguier [1], je revenais à ma première manière de voir de 1853 [2], j'aurais à constater à Bassan l'absence des sables montpelliérens sous-jacents, et à y voir peut-être un cas de transgressivité pour la couche à Potamides; mais l'absence de fossiles dans le terrain immédiatement recouvrant interdit, pour le moment, une interprétation plus explicite des faits observés [3].

» A ces considérations, suggérées par les découvertes de MM. Biche et

---

[1] *Comptes rendus,* t. CVI, p. 1477.

[2] *Description géologique des environs de Montpellier,* p. 92; 1853.

[3] Le terrain détritique supérieur de Bassan, de caractère fluvio-lacustre, occupe

Triadou, j'ajouterai un ou deux faits d'observation récente : en premier lieu, la superposition directe de la faune de Saint-Prest (*Elephas meridionalis, Hippopotamus major*) sur le gravier à Rhinocéros de Saint-Palais (quartier des Bottines, près de la métairie de Payrat); en second lieu, la superposition non moins directe des cailloux siliceux (diluvium alpin d'E. Dumas) sur les alluvions fluvio-volcaniques du Riège à *Elephas meridionalis;* le niveau de la faune de Périer semblerait donc manquer dans nos régions; d'autre part, la faune de Saint-Prest épuisant les faunes tertiaires, les alluvions siliceuses du sommet, que quelques géologues considèrent comme pliocènes, me paraissent devoir être rattachées, du moins dans nos régions, aux temps quaternaires, ainsi qu'elles l'étaient par le géologue de Sommières ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Les terrains crétacés des environs de Tiaret et de Frenda (province d'Oran).* Note de M. **Jules Welsch**, présentée par M. Hébert.

« La partie occidentale du plateau du Sersou, ainsi que toute la région qui borde ce plateau à l'ouest, est occupée par des terrains crétacés constituant deux séries distinctes.

» Dans la série inférieure, j'ai reconnu la succession suivante:

» G_1. Marnes jaunâtres à

Ostrea prælonga Sharpe.
Ostrea pentagruelis Coq.
Ostrea falco Coq.

» Elles reposent en concordance de stratification sur les couches jurassiques.

» G_2. Marnes et calcaires jaunes renfermant de gros Gastéropodes des genres *Strombus*, *Natica*, etc.

» C_1. Marnes et calcaires, en général, de couleur jaune, mais quelquefois d'un gris foncé, avec

Ostrea conica (Sow. ?) Auctorum.
Cardium Pauli Coq.
Anisocardia n. sp.
Janira Alpina d'Orb.
Cardium Desvauxi Coq.
Ammonites inflatus Sow.

---

dans l'Hérault de vastes surfaces, marquées de l'indice M^m sur ma Carte géologique. Il me paraît l'équivalent continental des sables estuariens de Montpellier, le prolongement de nos dépôts du Palais de Justice, et correspondre, d'une manière générale, à la totalité ou à une partie du conglomérat bressan.

([1]) E. Dumas, *Statistique du département du Gard*, t. I, p. 600.

» C_2. Calcaires avec bancs marneux intercalés, renfermant *Ostrea Africana* Lamark, et de gros Gastéropodes des genres *Strombus* et *Tylostoma*. Cela constitue un deuxième niveau de gros Gastéropodes.

» C_3. Calcaire lumachelle renfermant en abondance *Ostrea flabellata* d'Orb.

» C_4. Calcaires grumeleux où le fossile dominant est *Ostrea Syphax* Coq. avec *Cardium Pauli* Coq. et *Pecten Tenouklensis* Coq.

» C_5. Marnes argileuses renfermant en abondance de nombreuses variétés de l'*Ostrea Mermeti* Coq. Certaines de ces variétés se rapprochent complètement de l'*Ostrea columba* Lk, var. *minor* (*O. Reaumuri* Coq.).

» C_6. Marnes jaunes et bancs calcaires avec

Ostrea Oxyntas Coq.
Ostrea Olisiponensis Sharpe.

» L'épaisseur de cette série de huit assises dépasse 300^m. Ces couches paraissent être toujours en concordance de stratification ; mais, en certains points, on voit l'assise C_1 avec *Ostrea conica* reposer directement sur le jurassique ; il y a donc là une transgression.

» On remarquera l'analogie de cette série avec la série des couches de Bousaada, étudiées par M. Péron à 250^{km} à l'est de Tiaret.

» La partie inférieure présente de nombreux traits de ressemblance avec les couches du Portugal, de l'étage *bellasien* de M. Choffat.

» Je considère les assises C_1 à C_6 comme répondant à l'étage *cénomanien,* tel qu'il est limité en France par plusieurs géologues, notamment par M. Hébert. L'assise C_1 à *O. conica* et *A. inflatus* répond à la partie la plus inférieure de la craie de Rouen, et l'assise C_6 à *O. olisiponensis* est à peu près l'équivalent des couches à *Heterodiadema lybicum* du midi de la France, où l'on trouve cette huître.

» Quant aux assises G_1 et G_2, elles représentent le *gault,* sans qu'il me soit possible d'indiquer une limite inférieure exacte, par suite de la pauvreté en fossiles des zones inférieures à l'assise G_1.

» Au-dessus du cénomanien et en discordance, existe une deuxième série de couches crétacées. Cette série est complètement transgressive sur la précédente et repose souvent sur les couches jurassiques, comme dans les environs de Frenda. Elle renferme les assises suivantes :

» S_1. Marnes et calcaires jaunes dolomitiques avec

Turritella pustulifera Bayle,
Cyphosoma cf. Delamarrei Deshayes,
Echinobrissus pseudo-minimus Pér. et Gauth.,

et nombreux fragments de tests d'Inocérames.

» S_2. Marnes et calcaires analogues avec

Ostrea proboscidea d'Arch.,
Ostrea Cadierensis Coq.,
Ostrea acanthonota Coq.,
Ostrea Boucheroni Coq.,
Hemiaster Fourneli Deshayes,
Hemiaster latigrunda Pér. et Gauth.,
Hemiaster oblique-truncatus id.

» S_3. Marnes crayeuses blanches très épaisses, au milieu du Sersou et au sud de Frenda, avec

Ostrea Peroni Coq.,
Ostrea acanthonota Coq.,
Ostrea semiplana Sow.,
Nerita Fourneli Bayle.
Bothriopygus Coquandi Cotteau,
Echinobrissus trigonopygus id.

» S_4. Marnes gypsifères épaisses et calcaires dolomitiques, qui terminent la série et constituent le Djebel Sidi el Abed et le Djebel Lachdar.

» Les assises S_1 à S_4 présentent une épaisseur totale d'environ 300^m.

» Je crois pouvoir rapporter cette série au sénonien inférieur (étage santonien de Coquand et de M. Péron) par analogie avec les couches étudiées dans les provinces d'Alger et de Constantine. La discordance constatée et l'étude des faunes indiquent l'absence du turonien.

» En résumé, c'est la première fois que le gault et le sénonien sont signalés sur les hauts plateaux d'Oran ; l'étage cénomanien seul avait été indiqué par M. Pomel près de Tiaret et sur le plateau de Sdama.

» De plus, le bassin du Sersou montre la transgressivité générale des terrains crétacés sur les couches plus anciennes, en allant de l'est à l'ouest, et le maximum de l'invasion marine a eu lieu à l'époque que je rapporte au sénonien inférieur (1). »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la météorite d'Eagle Station, nouveau spécimen de brahinite.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« La collection du Muséum d'Histoire naturelle vient de s'enrichir d'un bel échantillon de météorite qui provient d'un bloc de 36^{kg},500 découvert en 1880 à Eagle Station, Carroll County, Kentucky. Ce bloc gisait non loin d'un *mound* ou tertre préhistorique, dans lequel on en trouva quelques

(1) En terminant cette Note, je dois remercier de la façon la plus vive M. Péron, pour les nombreux renseignements qu'il m'a donnés au sujet de ce travail.

fragments détachés par les hommes primitifs et convertis en pendants d'oreilles qui ont été figurés par le professeur Putnam ([1]).

» J'ai soumis la météorite d'Eagle Station à une étude minéralogique dont les résultats paraissent devoir modifier sensiblement l'opinion exprimée par le Dr Kennicut, qui l'a examinée en Amérique immédiatement après la découverte et l'a rapprochée du fer météorique d'Atacama ([2]). Une section polie au travers de la masse y révèle bien, en effet, la structure ordinaire des syssidères : c'est une sorte d'éponge métallique dont les vacuoles sont exactement remplies par des fragments lithoïdes; mais ces fragments diffèrent par des caractères importants de la roche contenue dans le fer d'Atacama et qui, comme je l'ai montré ([3]), consiste exactement en dunite. M. Kuntz ([4]), de son côté, fait de cette masse une pallasite; mais l'analyse y montre, en association avec le péridot, une notable quantité de pyroxène, qui caractérise essentiellement le type de syssidère que j'ai distingué en 1870 sous le nom de *brahinite*. Il est même des points où les fragments pierreux sont eux-mêmes tout à fait bréchoïdes : à la loupe, on y distingue des éclats de péridot, de pyroxène et d'un minéral noir et opaque qui n'a pu être déterminé.

» De son côté, le réseau métallique est doué de la disposition concentrique qui caractérise les syssidères filoniennes, et il est facile d'y reconnaître les deux alliages désignés sous les noms de *tœnite* (Fe^6Ni) et de *kamacite* ($Fe^{14}Ni$).

» Jusqu'ici le type brahinite n'était représenté dans les collections que par la masse découverte à Brahin, Russie, en 1822; il est d'un haut intérêt de constater l'identité que présente avec elle la météorite américaine. »

([1]) Je mentionnerai à cette occasion la découverte faite en 1885, près de Catorze, Mexique, d'un fer météorique dans une fissure duquel est engagé encore un ciseau préhistorique en cuivre natif.

([2]) *Report of Peabody Museum of Archœology*, p. 382.

([3]) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 588; 2 septembre 1872.

([4]) *American Journal of Sciences*, t. XXXIII; mars 1887.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action du bacille pyocyanique sur la bactéridie charbonneuse.* Note de MM. **Charrin** et **L. Guignard.**

« Des expériences de M. Bouchard ([1]) ont montré que l'inoculation du bacille pyocyanique pouvait influencer le développement de la maladie charbonneuse.

» Nous avons cherché à pénétrer le mécanisme de cette influence, en étudiant d'abord *in vitro* l'action du microbe du pus bleu sur celui du charbon. Dans ce but, ce microbe a été semé dans des cultures charbonneuses en pleine activité virulente. Les réactions caractéristiques de la pyocyanine n'ont pas tardé à apparaître, et, en observant ces cultures mixtes, nous avons suivi les modifications que peut y subir la bactéridie charbonneuse. Ces cultures ont été inoculées au cobaye. Pour tuer cet animal, il faut des doses considérables de virus pyocyanique (1^{cc} et davantage), tandis que des doses minimes de charbon (1 à 3 gouttes de culture) sont suffisantes pour amener la mort. Dès lors, en injectant sous la peau tout au plus $0^{cc},5$, on ne peut agir que par la bactéridie charbonneuse.

» Pendant les six premiers jours de ces cultures mixtes, la virulence du germe charbonneux ne paraît pas modifiée d'une façon constante. A partir du huitième jour, cette virulence diminue. Les animaux inoculés succombent au charbon, mais la survie augmente. Alors qu'une culture charbonneuse de même âge et indemne de tout microbe du pus bleu tue en trois ou quatre jours, la culture mixte ne cause la mort qu'au bout de sept à huit jours. A l'autopsie, on rencontre habituellement dans la rate de longs filaments, minces, granuleux, que l'on a considérés comme les signes d'un charbon atténué. Au vingtième jour et au-delà, le cobaye se montre réfractaire, quoique les résultats ne soient pas absolument constants. Il est aisé de constater qu'à cette date, si on sème la bactéridie ainsi atténuée dans du bouillon pur, cette bactéridie reprend sa virulence.

» Parallèlement à ces changements de virulence, nous avons suivi les modifications morphologiques. Dans la culture du charbon, on introduit quelques gouttes de culture du bacille pyocyanique. On constate que la

---

([1]) *Influence du bacille pyocyanique sur la maladie charbonneuse* (voir plus haut, p. 714).

bactéridie charbonneuse change rapidement d'aspect. Dès le second jour, les bâtonnets rassemblent leur contenu en certains points, sous forme de granulations de volume variable, autour desquelles on aperçoit la mince membrane de la bactéridie.

» Après trois ou quatre jours, on observe soit des formes d'involution consistant en bâtonnets ou filaments renflés, plus ou moins contournés, incurvés, soit des articles isolés ou soudés, réduits par places à leur membrane, renfermant ailleurs des granulations dont le diamètre est variable. Ces granulations sont facilement colorables; il n'y a pas formation de spores. La plupart s'isolent bientôt dans le liquide et, après leur mise en liberté, elles ressemblent à des micrococques d'inégale grosseur, isolés ou groupés. On retrouve cependant, même après plusieurs mois, quelques bâtonnets courts, déformés, présentant un contenu granuleux. D'autre part, si l'on ensemence ces organismes ainsi altérés dans des milieux appropriés, la végétation normale, comme tout à l'heure la virulence, ne tarde pas à réapparaître.

» Dans une seconde série d'expériences, nous avons semé du charbon à l'état de filaments dans des produits solubles stérilisés et filtrés du bacille pyocyanique. On observe dans ces nouvelles conditions des modifications de morphologie et de virulence absolument comparables à celles que nous venons d'indiquer. Si l'on reprend, au sein de ces milieux artificiels, les germes charbonneux qui y vivent si péniblement, pour les porter sur des milieux favorables, on assiste encore à leur régénération rapide.

» Ajoutons que nous nous sommes assurés que les atténuations ne tenaient pas à de simples dilutions. Il a été reconnu, en outre, que les cobayes n'étaient pas vaccinés par ce virus affaibli. Enfin, les résultats négatifs ou inconstants que l'on peut obtenir semblent s'expliquer par ce fait qu'il est difficile d'apprécier d'une façon mathématique la vitalité respective des deux microbes mis en présence.

» Dans une troisième série d'expériences, nous avons pu voir, grâce à l'obligeance de M. Loye, que les produits solubles du bacille pyocyanique n'agissaient pas sur l'hémoglobine du lapin. De plus, les globules du sang ne présentent pas d'altération apparente, au moins après six jours, quand on les conserve dans ces mêmes produits solubles, à l'abri de l'air.

» Pour tous ces motifs, nous avons été amenés à conclure que, dans le mécanisme de l'atténuation du microbe du charbon par le microbe du pus bleu, les produits fabriqués par ce dernier pouvaient jouer un rôle. Il est permis de supposer que ces substances chimiques, dans le cas parti-

culier, sont plus nocives pour la cellule végétale que pour certaines cellules animales. L'inverse se produit quand, par exemple, on régénère le charbon symptomatique par l'acide lactique.

» Toutefois, ce serait exagérer que de croire l'action des produits solubles suffisante à elle seule pour tout expliquer. Ces produits atténuent, ils ne tuent pas, ou du moins difficilement. Il est possible que le phagocytisme profite de cette atténuation pour remporter une victoire devenue plus facile. Il est probable aussi que d'autres conditions de ce mécanisme nous échappent.

» Peut-on pénétrer plus intimement le procédé qu'emploie le bacille pyocyanique pour altérer la bactéridie charbonneuse? Répondre d'une façon complète serait chose difficile. Ce que l'on peut dire, c'est que le microbe du pus bleu, pour agir, paraît user surtout de deux ordres de moyens principaux. Il atténue la bactéridie charbonneuse en sécrétant des substances nuisibles pour elle, mais il l'atténue également en épuisant les milieux nutritifs. La démonstration de cet épuisement résulte de ce fait qu'il suffit d'ajouter du bouillon pur pour rendre au germe charbonneux un certain degré de vitalité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tremblements de terre à Madagascar.* Note du P. **Camboué**, présentée par M. Grandidier.

« Les tremblements de terre ne sont pas rares dans la province centrale d'Imerina à Madagascar. Il n'y a guère en effet d'années où l'on n'y ressente une ou plusieurs secousses, bien qu'elles ne soient ni violentes ni de longue durée.

» Dans les trois dernières années, j'ai constaté une curieuse coïncidence entre les secousses telluriques et la chute de pluies abondantes, et je demande à appeler sur ce fait l'attention de l'Académie, bien qu'il y ait eu quelquefois aussi des tremblements de terre pendant la saison sèche.

» Dans l'après-midi du 7 février 1887, la montagne de granite sur laquelle est bâtie la ville de Tananarive a été un moment ébranlée par un choc sismique. Des pluies anormales avaient précédé ce phénomène.

» Le 17 mars 1888, vers $8^h 47^m$ du matin, on a ressenti à Tananarive un tremblement de terre qui s'est aussi produit après une période de pluies assez abondantes; en effet, du 23 février au 17 mars, la quantité d'eau tombée a été de $0^m,276$.

» Enfin, cette année, des secousses analogues ont eu lieu le 28 février dernier, toujours après des pluies abondantes; du 18 au 28 février, la quantité d'eau tombée a été de $0^{m},274$. Ces secousses ne se sont fait sentir que sur le versant oriental, dans le quartier d'Ambohimitsimbina, tandis que sur le versant occidental, dans le quartier d'Ambodinandohalo, qui est situé à 1^{km} environ plus au nord, on n'a rien éprouvé.

» J'ajouterai qu'il vient de se produire, à la suite de ces secousses, un phénomène curieux dans le petit pays d'Ankisatra, qui est situé à deux journées de marche dans le sud de Tananarive, sur la route de Fianarantsoa. Le sol y a été si fortement secoué qu'il s'est fissuré en plusieurs places et a donné passage à une assez grande quantité d'eau pour y former un petit lac. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur quelques passages anciens relatifs à Thalès et à la géométrie des Égyptiens.* Note de M. **L. Hugo.**

« Il y a déjà bien des années, à la suite d'un entretien avec le conservateur Birch, à Londres, j'ai communiqué à l'Académie diverses remarques sur le *papyrus géométrique Rhind*. Depuis lors, ce précieux document a été publié et commenté par Eisenlohr. Il nous renseigne sur ce qu'était la géométrie des Égyptiens, plusieurs milliers d'années avant notre ère, et Bretschneider (*Die Geometrie und die Geometer vor Euclides*) fait observer que la science des Égyptiens, ayant pris un caractère hiératique, ne pouvait ensuite faire que de lents progrès.

» On arrive ainsi jusqu'à l'époque du voyage de *Thalès* de Milet en Égypte. (D'après Apollodore, la naissance du géomètre grec se placerait dans la XXXVe olympiade, soit vers l'an 548 avant Jésus-Christ.)

« Diogène Laërce dit à ce sujet (¹):

» Personne ne fut son instructeur, ce n'est que pendant son séjour en Égypte qu'il fréquenta les prêtres.

» Le même auteur a écrit aussi (²):

» Pamphile dit que lorsqu'il (Thalès) apprenait la Géométrie chez les Égyptiens...

» Cette géométrie des Égyptiens fut appliquée par Thalès à la mesure de la hauteur des Pyramides de Memphis.

(¹) Diog. Laert. 1, C. 1, n° 6.
(²) Diog. Laert. 1, C. 1, n° 3.

» Voici le récit de Hiéronyme de Rhodes, d'après Diogène ([1]) :

» Hiéronyme dit que (Thalès) avait mesuré les Pyramides au moyen de l'ombre, en l'observant au moment où (la nôtre) est de même longueur que nous (en hauteur).

» Ce procédé, choisissant l'instant de l'ombre *isomégèthe*, est bien considéré par Bretschneider (à cause de la simplicité) comme dérivant de l'ancienne Géométrie primitive. Pline a rapporté le même fait en écrivant ([2]) :

» ... Umbram metiendo, qua hora par esse corpori solet.

» Plutarque indique un procédé un peu plus compliqué, que j'appellerai celui de l'ombre *hétéromégèthe* ([3]) (que d'ailleurs Bretschneider rapporte à une date plus récente que l'époque de Thalès).

» Le roi Amasis apprécie par-dessus toute chose la mesure de la hauteur de la Pyramide, que sans peine et sans instrument tu as obtenue en te bornant à placer un bâton à la pointe de l'ombre portée par la Pyramide. Tu as montré que les deux *triangles* formés par le rayon solaire fournissent des ombres qui sont l'une à l'autre dans le rapport de la Pyramide au bâton.

» Montucla ([4]) a adopté ce récit de préférence à celui de Hiéronyme, comme plus digne de Thalès.

» D'autre part, Bretschneider fait remarquer que la Pyramide ne se prête pas aussi bien que l'obélisque des Égyptiens à la mesure de l'ombre portée, et suppose qu'il s'est agi plutôt, à l'origine, du monolithe. »

M. Larrey présente l'analyse suivante d'un ouvrage de M. *Émile Berger*, publié en langue allemande, sur « Les troubles oculaires dans le tabès dorsal et la théorie du tabès ».

« L'auteur expose dans cette publication la théorie du tabès dorsal, fondée sur l'examen clinique de 109 tabétiques et sur des recherches expérimentales faites au laboratoire de M. Brown-Séquard.

» M. Berger a réussi à obtenir des altérations dans la rétine et dans des parties distinctes de la moelle épinière, après une lésion d'une partie (dont la situation est décrite dans cet Ouvrage) de la moelle allongée.

([1]) *Diog. Laert.*, (3), C.I, n° 6.

([2]) *Hist. Nat.*, XXXVI, 12, 17.

([3]) Plutarque, *Banquet des Sept Sages. Paroles de Niloxène à Thalès.*

([4]) *Hist. des Math.*, Vol. I, p. 103.

Il est arrivé à ce résultat que la moelle allongée joue un rôle très important dans le développement des troubles oculaires chez les tabétiques.

» Une comparaison des troubles oculaires (paralysies des muscles, atrophie du nerf optique), chez les tabétiques syphilitiques et chez les tabétiques non syphilitiques, a fourni les résultats suivants :

» 1° La fréquence des troubles oculaires est la même chez les tabétiques syphilitiques et chez les tabétiques non syphilitiques.

» 2° Chez les tabétiques syphilitiques, les troubles oculaires se manifestent plus fréquemment au début de la maladie que chez les tabétiques non syphilitiques, chez lesquels la maladie commence, dans la plupart des cas, par des symptômes spinaux.

» 3° Les paralysies des muscles de l'œil persistent en moyenne plus longtemps chez les tabétiques syphilitiques que chez les tabétiques non syphilitiques.

» 4° L'atrophie du nerf optique a chez les tabétiques syphilitiques en moyenne une durée plus longue, jusqu'à devenir aveugle, que chez les tabétiques non syphilitiques ».

M. **Edm. Henry** adresse une Lettre sur l'utilité d'une force motrice constamment disponible à bord des navires de guerre et insiste sur les avantages qu'offrirait, pour les manœuvres, l'installation d'un réservoir à air comprimé.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 avril 1889.

Histoire de la statue d'Ampère; par M. A. Vachez. Lyon, Mougin-Rusand, 1889; br. in-8°.

La mort par la décapitation; par le Dr Paul Loye. Paris, Lecrosnier et Babé, 1888; 1 vol. in-8°.

Observations sur le sous-genre Lemoinea *E. Fourn.* (*Bégonias tubéreux proprement dits*); *par* Henri Duchartre. Paris, Gaston Née, 1889; br. gr. in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Serie quarta. *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* Volumes III et IV. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1886-1887; 2 vol in-4°.

The antidotal treatment of the epidemic cholera; by JOHN PARKIN. London, Sampson Low, Marston, etc., 1886; 1 vol in-8°.

Epidemiology; or, the remote cause of epidemic diseases in the animal and in the vegetable creation; by JOHN PARKIN. London, Sampson Low, Marston, etc., 1886; 2 vol. in-8°.

The antidotal treatment of disease; by JOHN PARKIN; Part I. London, Sampson Low, Marston, etc., 1878; 1 vol. in-8°.

Untersuchungen über die tägliche Oscillation des Barometers; von J. HANN. Wien, 1889. (Aus der *Kaiserlich-Königlichen Hof- und Staatsdruckerei*); br. in-4°.

Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für 1885-1886, herausgegeben von Dr H. MOHN. Christiania, Druck bei Grondahl und Son, 1886-1887; 2 br. in-4°.

Zonenbeobachtungen der Sterne zwischen 64° 50′ *und* 70° 10′ *nördlicher Declination auf der Universitäts-Sternwarte in Christiania angestellt und im Auftrage des academischen Collegiums herausgegeben von* C. FEARNLEY *und* H. GEELMUYDEN. Christiania, Gedruckt bei W. C. Fabritius und Sonner, 1888; 1 vol. in-4°.

Die Sehstörungen bei Tabes dorsalis und Versuch einer einheitlichen Erklärung des Symptomencomplexes der Tabes, von Dr E. BERGER, in Paris. Wiesbaden. J.-F. Bergmann, 1889; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 22 avril sera remise au mardi 23 avril.

M. le **Président** rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Chevreul*, Membre de la Section de Chimie, décédé le 9 avril 1889, et s'exprime en ces termes :

« Messieurs,

» La famille de M. Chevreul a désiré qu'aucun discours ne fût prononcé à ses obsèques; mais je ne crois pas aller contre ses désirs en me faisant l'interprète des regrets de l'Académie, cette seconde famille qu'il a tant aimée.

» L'Institut perd en M. Chevreul son vénéré Doyen, et l'Académie des Sciences une de ses gloires les plus pures, la véritable incarnation de ses meilleures traditions de bonne confraternité et de travail assidu. N'est-ce pas en effet M. Chevreul qui, pendant sa longue carrière, nous a donné

à tous l'exemple d'un dévouement complet à la Science et d'une assiduité à nos séances qui ne s'est jamais démentie?

» Lorsque M. Chevreul se nommait lui-même le Doyen des étudiants de France, il nous enseignait que, dans la Science, il y a toujours à apprendre et que tout individu qui s'arrête est bientôt dépassé par ses émules ou ses successeurs.

» Pendant les soixante-trois ans qu'il a appartenu à l'Académie des Sciences, M. Chevreul n'a cessé de lui communiquer le fruit de ses découvertes et de ses observations, et les nombreux Mémoires dont il a enrichi nos différents recueils resteront comme les témoins éclatants de son incessante activité.

» Il y a trois ans, lorsque le monde entier s'est associé aux témoignages de respect et de profonde sympathie que la France a prodigués à M. Chevreul, à l'occasion de son centenaire, ses innombrables travaux, son génie d'observation ont été loués et appréciés comme il convenait, et ses élèves, qui s'appellent maintenant *légion*, ont tenu à honneur de lui apporter le tribut de leur admiration pour les méthodes si exactes qu'il leur a transmises et pour les connaissances aussi variées qu'étendues qu'ils ont puisées dans son long enseignement.

» Il est donc inutile de les énumérer ici, et je me bornerai à rappeler que les travaux sur les corps gras, depuis longtemps classiques, ainsi que les essais de classification scientifique des couleurs suffisent pour assurer un souvenir impérissable au nom de M. Chevreul. »

M. le **Président** donne lecture d'un télégramme de S. M. *dom Pedro d'Alcantara*, exprimant ses regrets à l'Académie pour la perte qu'elle vient de faire.

La séance publique est levée en signe de deuil.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur la série thionique;* par M. **Berthelot.**

« Nul métalloïde ne fournit une variété de combinaisons oxygénées comparable à celle des acides dérivés du soufre et spécialement aux acides de la série dite *thionique*, dans lesquels à un même poids d'oxygène sont combinés des poids de soufre multiples les uns des autres : l'étude thermochimique de ces acides offre un intérêt tout particulier pour la discussion des lois générales des phénomènes. J'ai déjà étudié sous ce rapport la chaleur de formation de l'acide sulfureux ([1]), de l'acide hydrosulfureux ([2]) et de l'acide persulfurique ([3]), et j'ai découvert récemment une méthode nouvelle qui permet de mesurer celle de presque tous les termes de la série thionique, tels que les acides hyposulfureux, trithionique, tétrathionique et pentathionique. Ce sont ces résultats que je vais exposer.

» La méthode que j'ai employée consiste à oxyder les sels des acides thioniques, préalablement dissous, au moyen du brome dissous soit dans l'eau, soit, et mieux, dans le bromure de potassium (par exemple, $KBr = 119^{gr},1$ dissous dans 5^{lit} d'eau, avec addition de $Br = 80^{gr}$).

» En opérant avec un excès de brome, tel qu'un poids double du chiffre théoriquement nécessaire, l'oxydation du sel thionique s'effectue dans l'espace de quelques minutes et elle change complètement l'acide du sel en acide sulfurique, ainsi que j'ai pris soin de le vérifier par un double contrôle, à savoir : le titrage du brome consommé, et la précipitation du sulfate de baryte, après destruction immédiate de l'excès de brome resté libre, à l'aide d'un agent réducteur. Cette méthode s'applique très nettement aux acides trithionique, tétrathionique et pentathionique, ainsi qu'à l'acide hyposulfureux; mais l'oxydation de l'acide dithionique est beaucoup trop lente pour permettre d'y recourir.

» Voici le résumé des résultats; le détail en sera donné dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XXII, p. 422.
([2]) Même Recueil, t. X, p. 389.
([3]) Même Recueil, t. XXI, p. 194.

» Acide trithionique. — *Trithionate de potasse :* S^3O^6K. — Bel échantillon, que j'avais préparé en 1855 et qui s'est parfaitement conservé. Un équivalent absorbe exactement et rapidement 4Br, d'après dosage.

S^3O^6K cristallisé + 4Br (dissous dans KBr étendu) + 4HO + 2HO
= SO^4K dissous + $2SO^4H$ étendu + 4HBr étendu, vers 10°, a dégagé
(2 déterminations) .... $+74^{Cal},7$.

» La dissolution du trithionate dans l'eau absorbant $-6^{Cal},6$, la réaction opérée sur le sel préalablement dissous aurait dégagé : $+81^{Cal},3$.

» *Trithionate de soude cristallisé :* $S^3O^6Na,3HO$. — Préparé récemment et donné par M. Villiers. La dissolution d'un équivalent de ce sel dans 40 fois son poids d'eau, à 10°, absorbe $-5^{Cal},07$. Un équivalent de ce sel dissous absorbe rapidement, comme le précédent, 4Br, d'après dosage.

S^3O^6Na étendu + 4Br (dissous dans KBr étendu) + 4HO + 2HO
= SO^4Na dissous + $2SO^4H$ étendu + 4HBr étendu, vers 10°,
dégage (2 déterminations) .... $+80^{Cal},36$

» La moyenne des deux nombres +81,30 et +80,36 = $+80^{Cal},83$ peut être adoptée, comme répondant à la réaction d'un trithionate alcalin sur le brome dissous dans KBr.

» La chaleur de formation de l'acide trithionique peut être déduite de ces nombres, pourvu que l'on sache les chaleurs de formation de l'acide sulfurique, de l'eau et de l'acide bromhydrique, quantités que j'ai mesurées précédemment ([1]), la chaleur de dissolution de Br dans KBr étendu (1 équiv. = 2^{lit}), soit $+1^{Cal},33$ ([2]), ainsi que la chaleur de neutralisation de l'acide trithionique et la chaleur dégagée par la saturation d'un équivalent de soude, NaO, en présence de $2SO^4H$ étendu et de 4HBr étendu : cette dernière peut être évaluée à $+13^{Cal},8$ environ, d'après les chiffres que j'ai observés sur les mélanges analogues d'acides sulfurique et chlorhydrique; la première doit avoir une valeur fort voisine, si nous la regardons comme égale à la chaleur de neutralisation de l'acide hyposulfurique, $13^{Cal},5$. Je supposerai donc, pour simplifier, que la soude dégage, de part

---

([1]) *Formation des acides sulfureux et sulfurique* (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XXII, p. 424, 428). — *Formation de l'acide bromhydrique* (même Recueil, 5e série, t. XIII, p. 15).

([2]) Ce nombre se rapporte aux données de l'expérience actuelle. Il répond à la formation d'un tribromure dissocié (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XXI, p. 378).

et d'autre, la même quantité de chaleur, en s'unissant aux acides mis en jeu dans la réaction.

» On obtient ainsi, tout calcul fait, la chaleur de formation de l'acide trithionique :

$$S^3 \text{(octaédrique)} + O^5 + HO + \text{eau} = S^3O^5, HO \text{ étendu} \ldots + 105^{Cal},7.$$

» II. Acide tétrathionique. — *Tétrathionate de soude :* $S^4O^6Na, 2HO$; donné par M. Villiers. — Ce sel a été dissous, à 9°,6, dans 36 fois son poids d'eau. On conclut des résultats observés la chaleur de dissolution d'un équivalent (153^{gr}) : $-4^{Cal},76$.

» Un équivalent de ce sel dissous absorbe à froid, en quelques minutes, exactement sept équivalents de brome. J'ai trouvé en outre

$S^4O^6Na, 2HO$ cristallisé + 7Br (dissous dans KBr étendu) + 7HO + HO
$= SO^4Na$ étendu + $3SO^4H$ étendu + 7HBr étendu, vers 10°, a dégagé,
dans 2 essais .... $+130^{Cal},8$ et $+130^{Cal},6$
Moyenne .... $+130^{Cal},7$
Soit pour le sel dissous .... $+135^{Cal},5$

» En admettant, comme plus haut, que la soude ou la potasse dégage la même quantité de chaleur en s'unissant aux acides initials ou finals, on tire de là la chaleur de formation de l'acide tétrathionique :

$$S^4 \text{(octaédrique)} + O^5 + HO + \text{eau} = S^4O^5, HO \text{ étendu} : + 102^{Cal},6.$$

» III. Acide pentathionique. — *Pentathionate de potasse :* $S^5O^6K + 1\frac{1}{2}HO$. — Sel très bien cristallisé, préparé en suivant exactement les indications de M. Debus; sa composition a été vérifiée par une analyse complète. Ce sel, dissous à 9°,5 dans 100 fois son poids d'eau, a absorbé $-6^{Cal},56$ pour un équivalent ($180^{gr},6$). Il absorbe exactement à froid, en quelques minutes, dix équivalents de brome, d'après dosage :

S^5O^6K diss. + 10Br (diss. dans KBr étendu) + 10HO + 4HO
$= SO^4K$ étendu + $4SO^4H$ étendu + 10HBr étendu, vers 10°,
a dégagé, dans quatre essais .... $181^{Cal},0$, $181^{Cal},9$, $182^{Cal},5$, $181^{Cal},7$;
Moyenne .... $181^{Cal},3$.

» En faisant la même hypothèse que précédemment sur la saturation de la potasse, on tire de là la chaleur de formation de l'acide pentathionique :

$$S^5 \text{(octaédrique)} + O^5 + HO + \text{eau} = S^5O^5, HO \text{ étendu} \ldots + 107^{Cal},9.$$

» IV. Acide hyposulfureux. — *Hyposulfite de soude :* $S^2O^3Na, 5HO$. — J'ai opéré sur une solution étendue de ce sel. Lorsqu'on la met en présence de l'eau de brome employée en excès, par exemple en dose double du nécessaire, elle en absorbe quatre équivalents (4 Br) pour un équivalent de sel, à froid et dans l'espace de quelques minutes, et tout le soufre se trouve changé en sulfate. La réaction est cependant un peu moins rapide qu'avec le pentathionate, ou le tétrathionate. Si l'on emploie exactement la dose de brome nécessaire, la réaction est ralentie et se prolonge indéfiniment; il en faut, je le répète, un excès notable.

» J'ai trouvé, en opérant à 10°, avec un équivalent de sel dissous : $+75^{Cal},3$ et $+74^{Cal},5$; moyenne, $+74^{Cal},9$; avec le sel cristallisé : $+69^{Cal},7$ et $69^{Cal},9$; moyenne, $+69^{Cal},8$. La chaleur de dissolution à cette température ayant été trouvée $-5^{Cal},3$, le dernier chiffre se trouve porté à $+75^{Cal},1$ et la moyenne générale est $+75^{Cal},0$. Ce chiffre répond à la réaction suivante :

$$S^2O^3Na \text{ dissous} + 4Br \text{ (dissous dans KBr étendu)} + 4HO + HO$$
$$= SO^4Na \text{ dissous} + SO^4H \text{ étendu} + 4HBr \text{ étendu}.$$

» Pour calculer la formation de l'acide hyposulfureux, il faudrait connaître sa chaleur de neutralisation; nous admettrons, comme dans les cas précédents, qu'elle est voisine de $13^{Cal},8$ (ce qui sera justifié par une publication prochaine) et qu'elle est sensiblement la même que la chaleur dégagée dans la saturation de la soude par le mélange des acides sulfurique et bromhydrique, formés simultanément. On a dès lors pour la chaleur de formation de l'acide hyposulfureux par les éléments :

$$S^2 \text{ (octaédrique)} + O^2 + HO + \text{eau} = S^2O^2, HO \text{ étendu} \ldots \quad +40^{Cal},9$$

» Cette même chaleur de formation peut également être déduite de la chaleur de formation du tétrathionate, combinée avec la chaleur de la réaction bien connue de l'iode sur l'hyposulfite. J'ai trouvé en effet, vers 10°,

$$2S^2O^3Na \text{ étendu} + I \text{ (dissous dans KI étendu)}$$
$$= S^4O^6Na \text{ étendu} + NaI \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +4^{Cal},23$$

» En y ajoutant la chaleur absorbée par la dissolution de l'iode dans l'iodure étendu, soit $-0^{Cal},13$ (*Annales de Chimie*, 5e série, t. XXI, p. 378), ce nombre serait porté à $+4^{Cal},36$ pour l'iode solide, à 10°. Si maintenant nous admettons que les trois acides hyposulfureux, tétrathionique, iodhy-

drique ont des chaleurs de neutralisation égales, on déduit de ce nombre

$$2x + 4,3 + 34,5 \text{ (chaleur de formation de l'eau)}$$
$$= 102,6 + 13,2 \text{ (chaleur de formation de HI étendu)},$$

d'où

$$x = 38^{\text{Cal}},5.$$

» La différence entre les nombres $38^{\text{Cal}},5$ et $40^{\text{Cal}},9$ ne surpasse pas les erreurs de ce genre de calculs compliqués, où interviennent les données d'expériences multiples. On pourrait admettre la moyenne, soit $+ 39^{\text{Cal}},7$, pour la chaleur de formation de l'acide hyposulfureux ([1]).

» De ce nombre, il résulte, entre autres conséquences, la suivante : la décomposition de l'acide hyposulfureux, en soufre solide et acide sulfureux dissous : S^2O^2,HO étendu $= S + SO^2$ dissous, doit absorber de la chaleur, soit $38^{\text{Cal}},4 - 39,7 = - 1^{\text{Cal}},3$. Le fait est facile à vérifier, et il constitue une confirmation de mes nombres. L'absorption de chaleur observée dans cette décomposition n'est pas, au contraire, conciliable avec ceux de M. Thomsen.

» En définitive, on a, d'après mes mesures, le Tableau suivant :

		Soit pour chaque équivalent d'oxygène O = 8.
	Cal	Cal
$S^2 + O^2 + HO + \text{eau} = S^2O^2$, HO étendu	+ 39,7	19,85
$S^2 + O^5 + HO + \text{eau} = S^2O^5$, HO étendu ([2])	+ 103,4	20,68
$S^3 + O^5 + HO + \text{eau} = S^3O^5$, HO étendu	+ 105,7	21,14
$S^4 + O^5 + HO + \text{eau} = S^4O^5$, HO étendu	+ 102,6	20,52
$S^5 + O^5 + HO + \text{eau} = S^5O^5$, HO étendu	+ 107,9	21,48

([1]) M. Thomsen a admis pour cette chaleur de formation d'abord : $+ 37^{\text{Cal}},9$; depuis, il a réduit ce nombre à $+ 34^{\text{Cal}},7$. Il l'a déduit de la chaleur d'oxydation de l'hyposulfite de soude par l'acide hypochloreux. Dès lors, son nombre est subordonné aux chaleurs mêmes de formation du dernier acide et de divers autres composés, pour lesquelles j'admets des données un peu différentes des siennes. Il indique également pour la chaleur dégagée par la réaction de l'iode sur l'hyposulfite, avec formation de tétrathionate : $+ 4^{\text{Cal}},0$; valeur qui ne s'écarte guère de la mienne, étant données les différences de température et de concentration. C'est d'ailleurs une quantité dont la mesure directe n'offre aucune difficulté.

([2]) En admettant, d'après M. Thomsen, que la décomposition de l'hyposulfate de potasse en acide sulfureux et en sulfate réponde à un phénomène thermique nul, et en faisant le calcul à l'aide de mes données ordinaires.

» Il résulte de ces chiffres que la chaleur de formation des quatre derniers acides est presque la même; mais il serait peut-être téméraire de serrer de trop près les nombres, pour en tirer des conclusions absolues, relativement à la progression entre les chaleurs dégagées par l'accumulation successive du soufre dans cette série. La seule remarque assurée, c'est la presque identité de la chaleur dégagée par l'union d'un même poids d'oxygène avec le soufre dans ces divers composés, malgré la diversité dans les condensations du soufre et dans les poids moléculaires. Cette relation s'étend d'ailleurs aux trois acides fondamentaux du soufre, sulfureux, sulfurique et persulfurique. On a, en effet, d'après mes mesures :

		Soit pour $O = 8$.
	Cal	Cal
$S + O^2 + \text{eau} = SO^2$ dissous............	$+ 38,4$	$19,2$
$S + O^3 + HO + \text{eau} = SO^3, HO$ dissous...	$+ 70,5$	$23,5$
$S^2 + O^7 + HO + \text{eau} = S^2O^7, HO$ dissous..	$+ 126,6$	$18,1$

» L'acide sulfurique, le plus stable de tous, répond au maximum de la chaleur dégagée, non seulement comme proportion absolue, mais comme valeur relative; sans doute à cause de la formation de ses hydrates.

» La comparaison entre les chaleurs dégagées par un même poids d'oxygène, uni à un élément donné, dans la formation des composés formés en proportions multiples, suscite des rapprochements intéressants ([1]). Par exemple, dans la formation des deux oxydes du sélénium, SeO^2 et SeO^3, dissous, on aurait : $14^{Cal},2$ et $12^{Cal},9$; dans la formation des deux oxydes du tellure, TeO^2 et TeO^3, dissous, $20^{Cal},3$ et $17^{Cal},8$: les deux chiffres sont toujours voisins; mais, contrairement à ce qui arrive avec le soufre, ils vont en décroissant.

» Pour les deux oxydes d'arsenic, AsO^3 et AsO^5 en solution étendue, à un même poids d'oxygène répondent pareillement $24^{Cal},5$ et $22^{Cal},5$; valeurs du même ordre de grandeur que pour l'oxydation du soufre.

» Pour les trois degrés d'oxydation du phosphore : PO, PO^3, PO^5, toujours envisagés en solution étendue, la chaleur dégagée par un même poids d'oxygène est à peu près double du soufre; en effet, à 8 grammes d'oxygène combiné au phosphore répondent les valeurs respectives : $37^{Cal},2$, $41^{Cal},7$ et $40^{Cal},5$.

([1]) En faisant absorption des combinaisons endothermiques, dont la constitution est spéciale.

» Il y a donc, dans la plupart des cas, pour les acides formés par l'union d'un même élément combiné à des proportions multiples d'oxygène, proportionnalité entre la chaleur dégagée et l'oxygène combiné : loi signalée plus d'une fois depuis Dulong et qui serait sans doute générale, si l'on pouvait rendre absolument comparables les états moléculaires des corps et leurs condensations.

» Ajoutons que les nombres ainsi constatés dans les séries qui précèdent sont voisins de 10, de 20 et de 40. Le multiple 50 caractérise la formation de l'acide borique ($53^{Cal}, 3 \times 3$) et celle de l'acide silicique ($51^{Cal}, 8 \times 4$), acides qui sont formés avec le maximum de chaleur dégagée et qui présentent en même temps le maximum de stabilité. Tous ces nombres méritent d'être rapprochés des progressions thermiques, procédant en raison inverse des poids moléculaires d'une même série et corrélatives de la stabilité, progressions que j'ai signalées dans la formation des combinaisons hydrogénées des mêmes éléments [1]. Il y a dans l'ensemble de ces faits l'indice de relations numériques très générales et très importantes, mais susceptibles d'être masquées plus ou moins par la diversité des types et des états moléculaires des éléments et de leurs combinaisons.

» Il serait facile de traduire ces relations dans les séries périodiques de poids atomiques, suivant lesquelles on range aujourd'hui l'ensemble des éléments chimiques : chacun fera ce petit calcul, qui n'offre aucune difficulté. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Expériences sur la putréfaction et sur la formation des fumiers*; par M. **J. Reiset**.

« Comme je l'ai annoncé dans une précédente Communication [2], je viens produire les détails et calculs des expériences A, B, C.

» Expérience A (n° 8 du grand Registre). — Dans la cloche de 40^{lit}, on avait disposé une couche de fumier de cheval, en prenant les précautions nécessaires pour laisser circuler l'air au centre même de la masse.

» Le poids du fumier est de 10687^{gr}. On ajoute une certaine quantité de craie délayée dans l'eau.

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXI, p. 386; 1880. — *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 549.

(2) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 708.

» L'expérience commence le samedi 24 février 1855, à $5^h 20^m$.

» Baromètre : $H = 759,3$; manomètre : $h = 0 - 0$; température de l'eau du manchon θ : maintenue à $12°,0$.

» Fin de l'expérience : samedi 17 mars, à $11^h 20^m$ matin. Le manomètre indiquant $+ 3^{mm},8 = h$.

» H = baromètre $= 755,5$; $H + h = 759,3$.

» Durée de l'expérience : 21 jours.

Volume d'air contenu dans l'appareil.

	cc
Dans la cloche, contenant le fumier en expérience.......	28149,0
Volume d'air dans la partie supérieure de l'appareil absorbant qui a reçu 3^{lit} de lessive de potasse à 45° D...	2263,0
Partie vide du manomètre..........................	31,5
Air en circulation dans $5^m,70$, tubes de plomb et caoutchouc..	101,5
Volume de l'air humide contenu dans les différentes parties de l'appareil, au commencement de l'expérience, à une température de 12°,0 et sous une pression de 759,3.	30545,0
Le volume d'air sec à 0° et à 760,0 devient...........	$28829^{cc},2$

$$30545 \cdot \frac{1}{1 + 0,00367.12,0} \cdot \frac{759,3 - \mathcal{F}}{760} = 28829,2, \qquad (\mathcal{F} = 10^{mm},45).$$

	cc
Le volume total de l'oxygène fourni, sec à 0° et à 760,0, a été de..	145466,1
Oxygène dans l'air de l'appareil, au commencement....	6025,3
Oxygène ensemble..........................	151491,4
Nous en retrouvons à la fin........................	5013,4
Oxygène total consommé....................	146478,0

Analyses du gaz qui reste dans l'appareil à la fin de l'expérience A.

	1.	2.	Moyenne.
Acide carbonique......	0,72	0,77	0,74
Oxygène..............	17,38	17,39	17,39
Azote................	81,90	81,84	81,87
	100,00	100,00	100,00

» Aucun gaz combustible.

Volume d'azote dégagé.

	Azote. (cc)
A la fin de l'expérience, nous trouvons dans la cloche.............	23602,4
Au commencement, l'appareil plein d'air atmosphérique contenait..	22803,9
Volume de l'azote dégagé..........................	798,5

soit 5,46 azote dégagé pour 1000 oxygène fourni.

» Dans cette expérience A, la masse de fumier a absorbé 146478^{cc} oxygène (en poids 209^{gr},5), on a retrouvé 192^{gr},3 de cet oxygène dans 264^{gr},4 d'acide carbonique produit et condensé dans la solution alcaline; 17^{gr} d'oxygène ont donc été employés autrement qu'à faire de l'acide carbonique, ce qui donne pour 100 d'oxygène absorbé, en poids, 91,80 employés à faire de l'acide carbonique et 8,20 fixés autrement.

» Je donne ici le poids de la solution alcaline avant et après l'expérience, pour bien montrer qu'il n'avait pu se produire aucune dessiccation de l'air dans la cloche avant la prise du gaz toujours saturé d'eau, sous pression normale et à température constante.

	Poids.	
Solution de potasse à 45°...............	4657^{gr},5	Après
»	4218,8	Avant
Augmentation.......	438,7	Eau et acide carbonique

» Cette potasse a été analysée avant et après : l'acide carbonique formé pendant l'expérience est de 264^{gr},4; on trouve donc 174^{gr},3 d'eau absorbée; cette proportion a été fournie bien facilement par 10687^{gr} d'un fumier, qui devait contenir de 75 à 80 pour 100 d'eau.

» En se reportant à la description du grand appareil, donnée dans les *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. XXVI, p. 299), on verra que l'oxygène est fourni régulièrement sous une pression de 10^{mm} à 12^{mm} de mercure, pendant qu'un moteur mécanique met en mouvement, d'une manière continue, l'appareil qui absorbe, incessamment, l'acide carbonique produit. Je rappelle aussi que robinet et mastiquages de la cloche restent plongés dans l'eau; enfin qu'avant de commencer une expérience l'appareil est toujours soumis à des épreuves de pression et de dépression.

» Expérience B (n° 7 du grand Registre). — Dans la cloche de 8^{lit}, sont placées sur un petit bâti en bois des tranches de viande de bœuf; entre ces tranches on a interposé d'assez gros morceaux de craie; mais cette craie s'est réduite en une sorte de bouillie pâteuse, lorsqu'on *a mouillé* le mélange, avant de mastiquer la cloche.

» La viande se trouve ainsi enduite d'une couche de carbonate de chaux.

» Le poids de la viande mise en expérience est de 1500^{gr}.

» Avant de commencer l'expérience, l'appareil complètement disposé est mis à l'épreuve d'une dépression de 185^{mm} qui se maintient parfaitement; puis on fait circuler dans la cloche un grand volume d'air puisé hors du laboratoire.

» L'expérience, commencée le mercredi 14 février 1855 à 3^{h}40^{m},

baromètre : $H = 740,0$, manomètre : $h = 0 - 0$;
température de l'eau du manchon : $\theta = 15°,0$,

est terminée le 19 mars à 9^{h}40^{m} soir :

$H = 760,6 - h$ — manomètre — $20,6 = 740$,
$\theta = 15°,0$,

» Volume d'air contenu dans l'appareil :

	cc
En tenant compte de l'air déplacé dans la cloche par la masse de viande.....	6603,0
Dans 3^m de tube de plomb..	53,4
Idem dans 0,70 d'un petit tube de plomb..............................	3,0
Partie vide du manomètre...	21,0
Partie vide de l'appareil absorbant lequel contient 1076^{cc}, lessive alcaline à 45°D...	1180,0
Volume de l'air..	7860,4

Ce volume d'air sec, réduit à 0° et à 760, devient $7129^{cc},4$.

	cc
Le volume total de l'oxygène fourni sec à 0° et à 760, pendant trente-trois jours, est de...	26022,4
A quoi il faut ajouter l'oxygène contenu dans l'air remplissant l'appareil au commencement...	1490
Volume total de l'oxygène sec à 0° et à 760................	27512,4
Nous en retrouvons, à la fin, à déduire............................	887,6
Oxygène consommé....................................	26624,8

Analyses du gaz qui reste dans l'appareil à la fin de l'expérience.

	1.	2.	Moyenne.
Acide carbonique.......	0,37	0,28	0,32
Oxygène...............	12,37	12,53	12,45
Azote.................	87,26	87,19	87,23
	100,00	100,00	100,00

On ne trouve pas de gaz combustible.

» Volume d'azote dégagé :

	Azote.	
	cc	
A la fin de l'expérience nous trouvons dans la cloche....................	6219,0	Pour V : $7129^{cc},4$ à 87,23 pour 100
Au commencement l'appareil plein d'air atmosphérique en contient.........	5639,3	
Volume de l'azote dégagé.....	579,7	

» Soit 21,77 azote dégagé pour 1000 oxygène absorbé.

» Dans cette expérience, le volume d'oxygène consommé a été de $26624^{cc},8$ en volume; soit $38^{gr},08$ en poids.

» On retrouve 37,629 oxygène dans l'acide carbonique produit et absorbé par la solution alcaline : $0^{gr},452$ oxygène ont donc été employés autrement qu'à faire de l'acide carbonique.

» En résumé, pour 100 d'oxygène absorbé, il y a eu 98,81 employés à former de l'acide carbonique et 1,19, dans les autres produits d'oxydation.

» EXPÉRIENCE C (n° 14, Collége de France, Registre 1855). — Dans un appareil en tout semblable à celui que nous avons employé pour étudier la respiration des petits animaux et des insectes, on a placé 30^{gr} de viande de bœuf, coupée en longs filaments déposés sur un gril en verre; l'air de l'appareil, dont le volume est de 1^{lit} environ, peut ainsi circuler de toutes parts.

» Les deux garnitures de cuivre mastiquées, sur le manchon en verre, et la viande placée ainsi que je viens de le dire, on a jaugé l'appareil en pesant la quantité d'eau nécessaire pour le remplir complètement. On a trouvé :

	cc
Volume du manchon contenant 30^{gr} de viande	932,0
Volume d'air contenu dans un appareil à 3 boules, chargé de la solution alcaline, dont le poids est de $211^{gr},3$ à 45° D	49,0
Partie vide du manomètre	17,6
Divers tubes de plomb	41,8 3,0
Volume de l'air humide contenu dans les différentes parties de l'appareil à une température θ maintenue à 22°,0	1043,4

$$H = 761,5, \quad \mathfrak{F} = 19,6, \quad H - \mathfrak{F} = 741,9.$$

» Le volume d'air sec à 0° et à 760 devient

$$1043,4 \cdot \frac{1}{1 + 0,00367 \cdot 22^{\circ}} \cdot \frac{741,9}{760} = 942^{cc},4 = V_0 \text{ sec et à } 760.$$

» Avant de commencer l'expérience, l'appareil est soumis pendant quarante minutes à une dépression de 150^{mm} : ce vide s'est parfaitement maintenu, puis un courant d'air très rapide a été établi au moyen d'une puissante machine pneumatique. L'air atmosphérique, puisé au dehors, remplit donc l'appareil quand l'expérience commence le dimanche 29 avril 1855, à $4^h 50^m$; elle est terminée le vendredi 11 mai, à $1^h 5^m$, par une prise de gaz, dans les conditions normales de température et de pression. Durée douze jours.

» Je trouve dans mon registre une observation digne de remarque : L'absorption de l'oxygène, très rapide dans les premiers jours de l'expérience, se ralentit peu à peu au point de devenir absolument nulle, après douze jours.

» La viande entièrement putréfiée prend une couleur presque noire.

Analyses du gaz qui reste dans l'appareil à la fin de l'expérience.

	1.	2.	Moyenne.
Acide carbonique	0,13	0,14	0,14
Oxygène	14,28	14,31	14,29
Azote	85,59	85,55	85,57
	100,00	100,00	100,00

On n'a pas trouvé de gaz combustibles.

	Azote.	
A la fin de l'expérience, l'appareil contient..	806^{cc},4	Pour V : 942,4 à 85,57 pour 100
Au commencement......................	745,4	*Idem* 79,1 pour 100
Volume de l'azote dégagé...........	61,0	

Le volume de l'oxygène fourni.................	962^{cc},7	V à 0° sec et à 760
Existant dans l'appareil......................	197,0	
Oxygène total..........................	1159,7	
Restant en fin d'expérience....................	134,6	
Oxygène consommé, en douze jours.......	1025,1	Pour 61^{cc} d'azote dégagé

soit 59,5 d'azote dégagé pour 1000 oxygène consommé.

» Les 30^{gr} de viande en expérience devaient contenir :

Azote (3,49 pour 100 de viande) [1]........................	1^{gr},047
Azote dégagé, poids de 61^{cc}..............................	0,076
Azote dans le résidu non attaqué.................	0,971

» En reproduisant, comme je viens de le faire, les détails des *expériences* A, B, C, je crois avoir mis nettement en évidence le dégagement très notable d'azote qui a eu lieu dans les conditions où j'opérais.

» Je désire réfuter, maintenant, une objection sérieuse qui m'a été présentée et qui peut se formuler ainsi :

» Une certaine quantité d'ammoniaque prend naissance pendant la décomposition des matières organiques azotées; la tension des vapeurs ammoniacales deviendrait alors assez considérable pour que la marche régulière du manomètre soit entravée : l'absorption de l'acide carbonique ne se trouverait plus exactement signalée et l'introduction de l'oxygène dans l'appareil serait ainsi mise en défaut.

» Telle est l'explication donnée pour justifier l'excédent d'azote trouvé à la fin de toutes les expériences.

» Comme réponse péremptoire, je me bornerai à transcrire les résultats des expériences 1, 2, 3, faites à Écorchebœuf, en mai 1854 : ce sont les premières de la Série.

» L'appareil comportait, alors, deux tubes en U garnis de fragments

---

[1] Analysant la viande maigre de *bœuf*, M. Schlœsing a constaté 3,49 d'azote pour 100 de la viande.

En janvier 1863, j'ai moi-même analysé la viande maigre de *mouton* et j'ai trouvé 3,35 d'azote pour 100 de cette viande, généralement plus grasse.

de pierre ponce imprégnés d'acide sulfurique étendu; l'air contenu dans la cloche traversait ces deux tubes.

» *L'ammoniaque devait être ainsi complètement condensée.*

» 100^{vol} de l'air recueilli à la fin des expériences, contiennent :

	Expériences.		
	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Acide carbonique..........	0,43	1,92	2,35
Oxygène..................	0,00	4,57	2,64
Hydrogène protocarboné....	7,14	8,54	1,55
Azote.....................	92,43	84,97	93,46
	100,00	100,00	100,00

» *Expérience* n° 1. — Dans la cloche de 8^{lit} on a placé environ 5^{kg} d'un fumier de ferme, très consommé, et réduit à l'état de *beurre noir*. Un vase de verre à large ouverture contenait cette masse de fumier qui plongeait en grande partie dans l'eau. Durée de l'expérience, sept jours; volume de l'oxygène fourni, 6^{lit}; température maintenue à 25°.

» *Expérience* n° 2. — Même fumier et même disposition dans l'appareil. Air normal au commencement de l'expérience, température, 21°. Durée de l'expérience, neuf jours; volume de l'oxygène fourni, 12^{lit} environ.

» *Expérience* n° 3. — Même fumier. Air normal au commencement de l'expérience; volume de l'oxygène fourni, environ 14^{lit}; température, 22°,5. Durée de l'expérience, neuf jours.

» L'hydrogène protocarboné, analysé, était parfaitement pur : je crois avoir signalé, le premier, la production si considérable de ce carbure d'hydrogène, pendant la formation des fumiers.

» Ce fait important fut plus tard confirmé par notre Confrère M. Dehérain [1] qui étudiait les différentes phases de la *fabrication des fumiers*, à Grignon; et ensuite par M. Gayon, auquel on doit une Note intéressante sur ce sujet [2].

» Mes expériences ont, en outre, montré que, pendant cette fermentation *anaérobie*, le dégagement d'azote peut devenir encore plus abondant que dans la combustion lente, en présence de l'oxygène. »

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 377.

[2] *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 528.

MÉTÉOROLOGIE. — *Marche des tempêtes dans les diverses régions du globe ;* par M. **H. Faye.**

« Voici les régions où cette marche a été le mieux étudiée par les navigateurs :

» 1° L'Atlantique nord;

» 2° Le golfe de Bengale et le golfe Arabique;

» 3° L'océan Indien (sur l'autre hémisphère);

» 4° Les mers de Chine et du Japon.

» En ce qui concerne les tempêtes de l'Atlantique, les travaux de Redfield et de Reid, pleinement confirmés par les récentes études du Bureau de Navigation, à Washington, ont montré que ces tempêtes sont essentiellement cycloniques. Ces cyclones, où la giration est de droite à gauche, débutent dans la zone tropicale, à quelques degrés de l'équateur; ils marchent d'abord à l'ouest en inclinant de plus en plus au nord, franchissant le 30ᵉ parallèle (ou le 25ᵉ, suivant les saisons) en recourbant là leurs trajectoires vers le nord plein; puis décrivent une seconde branche vers le nord-est avec une vitesse accélérée et en se dilatant de plus en plus. Ainsi ces trajectoires, d'aspect grossièrement parabolique, s'ouvrent vers l'est et ont leur sommet sur le parallèle de 30°. Il s'agit évidemment d'un phénomène mécanique fort net, de longue durée, dont le mouvement d'une toupie décrivant sur une table une portion de courbe à grand rayon, tout en tournant sur elle-même avec vitesse, peut offrir quelque image.

» Ce que les navigateurs ont intérêt à étudier, ce sont des systèmes de vents bien caractérisés, c'est-à-dire les cyclones. L'essentiel, ce sont donc les directions et les intensités du vent. Longtemps on a dû se passer des indications du baromètre que les marins n'observaient guère au commencement de ce siècle. Malgré cette lacune, les résultats obtenus par les premiers auteurs des stormlaws étaient complets : l'introduction subséquente des observations barométriques n'a fait que les confirmer.

» Au contraire, les météorologistes de terre ferme, opérant sur le territoire des États-Unis et ne pouvant guère se fier à leurs vents toujours altérés plus ou moins profondément par les inégalités du sol, ont été conduits à donner aux observations barométriques une prépondérance presque absolue. Ce qu'ils étudient par la méthode graphique des isobares, ce sont les dépressions (*low*), quelle que soit leur forme ou leur cause. Désireux

de faire prévaloir de vieilles hypothèses entièrement gratuites, ils ont tout remis en question. Malgré cet abandon persistant de la méthode strictement scientifique de leurs prédécesseurs, les observations, d'ailleurs irréprochables, du *Signal Office* sur le continent américain conduisent, pour les trajectoires des dépressions, aux mêmes résultats que ceux des navigateurs pour les cyclones, quoique avec moins de netteté. La plupart (*by far the greater proportion*) de ces *lows* qui traversent les États-Unis remontent vers la région des Grands-Lacs, passent sur le Canada et le golfe de Saint-Laurent, et vont, à travers l'Atlantique, frapper l'Islande ou les côtes nord de l'Europe (¹).

» C'est là ce qui a suggéré à un journal important, le *New-York Herald*, l'heureuse idée d'annoncer à l'Europe, plusieurs jours d'avance, à l'aide du télégraphe transatlantique, les cyclones dont la trajectoire a pu être immédiatement étudiée sur le sol des États-Unis sur les cartes journalières du *Signal Office*.

» Chose singulière, qui montre avec quelle lenteur se font les déductions logiques de faits bien connus, on a été longtemps sans remarquer que la branche tropicale qui amène les tempêtes dans les eaux de l'Union ou sur son territoire rencontre d'abord les îles de cette grande baie comprise entre les deux Amériques, en sorte qu'on pourrait, à l'aide de stations établies sur ces îles, annoncer ces tempêtes aux États-Unis encore mieux qu'on ne les annonce des États-Unis à l'Europe. Le bureau de Navigation de Washington va bientôt combler cette lacune, déjà signalée, je crois, par le savant météorologiste de la Havane, le P. Viñes, en créant des stations d'avertissement aux Bermudes, à l'île Nassau, en divers points des Antilles, et en obtenant, pour la transmission des dépêches, le concours des Com-

---

(¹) Voir *Nautical Monograph*, nº 5. *The great storm of Atlantic coast march* 11-14, 1888, by E. Hayden. La différence des méthodes usitées par les navigateurs et les météorologistes et surtout les idées préconçues de ces derniers devaient faire naître entre eux de graves divergences. On a contesté, par exemple, la réalité du mouvement giratoire dans les tempêtes, et l'on a tenté d'y substituer un afflux centripète de l'air suivant des lignes légèrement courbées. Voici, à ce sujet, une déclaration fort nette que j'emprunte au *Monograph* ci-dessus : « Relativ to the law of storms (founded on the circular theory and the eight-point rule), this much may be said with perfect safety : no storm, however abnormal its character, is going to lessen confidence in general rules derived from experience in thousand of storms and in every ocean. »

pagnies dont les câbles vont du Key West à la Havane, à Tampico, au Yucatan et à la Vera Cruz.

» Sur le golfe Arabique et sur le golfe du Bengale, ce sont les travaux de Piddington qui ont fait connaître la nature et la marche des tempêtes de ces pays. C'est lui qui leur a donné le nom si juste de *cyclones*, c'est à lui que l'on doit la règle des huit *quarts* (*the eight-point rule*). Les phénomènes sont identiques à ceux de la partie tropicale de l'Atlantique. Mêmes résultats pour l'océan Indien, sauf l'admirable interversion produite par le changement d'hémisphère. L'Académie connaît les beaux travaux du commandant Bridet; elle n'a pas oublié les généreuses tentatives faites, il y a quelques années, par M. Adam pour signaler optiquement à la Réunion les cyclones observés auparavant, à 60 lieues de là, sur l'île Maurice.

» Mais on n'a pu, sur ces mers, suivre les cyclones dans leur entier développement depuis l'équateur jusqu'aux contrées polaires, comme on l'a fait cent fois sur l'Atlantique, et surtout dans la vaste région comprise entre les continents américains du Nord et du Sud. On commence à donner le nom de *Grande baie d'Amérique* à cette région où une si notable partie des vaisseaux du monde entier semble se donner rendez-vous. Or, à 180° de là, il existe sur le même hémisphère une autre région analogue que l'on pourrait nommer la *Grande baie de l'Extrême-Orient;* elle est appelée, par sa richesse et la densité de ses populations, à un avenir commercial aussi brillant que la précédente.

» Cette région, bornée au nord par les côtes de Chine et du Japon; au sud, par la chaîne presque continue des îles de Bornéo, des Moluques, de la Nouvelle-Guinée, présente en son milieu, comme la grande baie d'Amérique, une série d'îles analogues aux Antilles. Elle est fréquemment parcourue par des cyclones nommés *typhons*, en tout pareils à ceux de l'Atlantique. Ces typhons débutent près de l'équateur, marchent à l'est-nord-ouest vers les Philippines, se redressent quelque part vers le nord franc sur le 30e degré de latitude et, par leur seconde branche du nord-est, attaquent les côtes de Chine. Aujourd'hui, grâce à l'observatoire espagnol de Manille, le pendant de celui de la Havane, à l'observatoire des Jésuites de Zi-ka-wei, près de Shanghaï, aux postes signalétiques des phares et des douanes chinoises, grâce surtout à l'excellent observatoire impérial de Tokio, au Japon, combinés avec les livres de bord des nombreux navires qui parcourent ces mers, on suit ces cyclones dans la grande baie et, si on les perd au delà du golfe du Pet-che-li ou en Mongolie, on les retrouve quand

ils franchissent la Corée pour aller frapper les îles du Japon et de là s'élancer sur le Pacifique.

Ainsi les tempêtes décrivent sur les deux hémisphères des trajectoires identiques, sauf le renversement dont il faut tenir compte quand on passe d'un hémisphère à l'autre. La régularité presque géométrique de ces grands phénomènes est telle que, si l'on donne sur un globe ou une Carte géographique la position du centre d'une tempête à un instant déterminé, il est facile d'en tracer sans trop d'erreur toute la trajectoire et, en chaque point de cette trajectoire, d'indiquer la série des vents qu'un navire y éprouvera. Par exemple, à la simple nouvelle du terrible désastre qui vient de frapper les flottilles allemandes et américaines aux îles Samoa, on peut dire que, si le cyclone a passé en plein sur ces îles, il venait des îles Marquises; il a dû passer, après Samoa, sur les îles Viti, frôler, par ses girations extrêmes, l'île des Pins et la pointe sud-est de la Nouvelle-Calédonie, tandis que sa seconde branche, à l'est des îles Norfolk et Phillip, a dû passer au nord-est de la Nouvelle-Zélande; là, le cyclone aura sévi sur le port d'Auckland et amené des vents de sud-est jusque dans le détroit de Cook.

» Quant aux phénomènes précurseurs, ils sont partout les mêmes. La tempête aura été annoncée trois jours d'avance par de légers cirrhus venant de l'est. Elle aura été annoncée au moins quarante-huit heures d'avance par l'arrivée des lames soulevées au loin par l'ouragan et produisant sur les côtes orientales des îles Samoa des raz de marée plus ou moins destructeurs; puis vingt-quatre heures d'avance, au moins, par une baisse d'abord lente du baromètre dans laquelle les variations diurnes, si régulières en ces climats, auront commencé à s'effacer. Enfin, au premier contact de l'ouragan, l'alisé du sud-est aura paru souffler en tempête.

» Puisque les ouragans se meuvent partout sur le globe de la même manière, suivant les mêmes lois, accusant ainsi la parfaite identité de leur mécanisme, c'est que les accidents du sol, les circonstances locales de température, d'humidité, de vents inférieurs, etc., n'exercent sur eux aucune influence.

» Mais, lorsque, au lieu d'étudier le phénomène dans son ensemble et sur le globe entier, on passe sa vie dans une région limitée comme le territoire des États-Unis ou sur des lignes fixes de navigation, on n'en juge pas ainsi. Alors l'esprit, mal dégagé des préjugés régnants, est enclin à attribuer les tempêtes qu'on a vues à l'œuvre à des circonstances locales, à la configuration du sol ou des côtes, au conflit des vents locaux, à l'humidité de la région, aux courants chauds de la mer, et on formule tout cela en disant, par

exemple, que le Gulf-Stream est le père des tempêtes; ou bien encore que les tempêtes résultent du conflit des vents inférieurs, etc. Est-il nécessaire de faire remarquer qu'il n'y a rien de pareil dans le golfe Arabique, dans celui du Bengale ou dans l'océan Indien, et, en ce qui concerne la grande baie de l'Extrême-Orient, il ne viendra à l'esprit de personne de dire que le courant chaud du Japon est le père des typhons.

» Même les courants réguliers et permanents des régions inférieures de l'atmosphère, les alisés et les moussons sont sans influence sur les trajectoires des tempêtes. On trouve seulement que, sur les bords d'un cyclone, là où la vitesse de giration n'est pas excessive par rapport à ces vents, ceux-ci s'ajoutent à ces girations ou s'en retranchent suivant les cas, et produisent ainsi de légères modifications sur les bords à la circularité primitive. C'est ce que j'ai montré pour les moussons dans le golfe Arabique et pour les alisés de l'océan Indien; le même effet a été dernièrement reconnu dans les mers de Chine ([1]).

» Outre les grands traits généraux dont je viens de parler, le mécanisme des tempêtes présente des particularités bien dignes d'attention; il importe d'examiner si l'indépendance vis-à-vis des circonstances locales se retrouve jusque dans ces particularités. Je veux parler des orages, des trombes et des tornados qui accompagnent si souvent les tempêtes. On sait aujourd'hui que ces épiphénomènes naissent au sein des cyclones à un étage inférieur, dans le demi-cercle dangereux, et qu'ils marchent, avec une vitesse propre, parallèlement à la trajectoire du centre. Aux États-Unis, où cette particularité mécanique des grands mouvements giratoires a été découverte, dans ces derniers temps, par les habiles observateurs du *Signal Office*, on s'est efforcé de l'expliquer par le conflit des vents inférieurs, les gradients exceptionnels de température, la distribution des points de rosée, etc. Mais elle se retrouve dans des climats bien différents; en Europe, où elle a été d'abord signalée à l'observatoire de Paris par M. Marié-Davy, et une Communication récente sur des tornados de la péninsule scandinave va nous la faire constater jusque dans des régions voisines du cercle polaire.

» C'était en hiver, le 1er décembre 1887, saison où les orages sont bien rares en Suède ainsi que les tornados. Il s'en est produit cependant à cette date dans les gouvernements d'Upsal et de Stockholm, particulièrement à Lenna et à Vendel, avec des orages qui ont été suivis par-dessus la mer

---

([1]) *Bulletin mensuel de l'Observatoire de Zi-ka-wei*, t. XIII, 1887, p. 36.

jusqu'en Russie. Or, à la même époque, un vaste cyclone bien conformé passait sur la péninsule; sa trajectoire centrale était dirigée à peu près de l'ouest à l'est, tandis que trombes ou tornados et orages apparaissaient vers les bords du cyclone, dans le demi-cercle dangereux, marchant également de l'ouest à l'est.

» Tout était pareil d'ailleurs aux tornados de France ou des États-Unis : comme les trombes de Monville-Malaunay, d'Arsonval, de Chatenay, de Compiègne, etc., comme les six cents tornados notés aux États-Unis, ceux de Suède ont pratiqué dans les forêts de longues allées d'arbres abattus ou brisés, renversé des maisons en projetant leurs débris dans des directions déterminées. Et, s'ils n'ont pas fait jaillir autour d'eux, comme aux États-Unis, des masses de boue brassée et violemment plaquée sur les murs, les troncs restés debout, les victimes humaines, c'est qu'en Suède le sol était fortement gelé. Du moins ils projetaient des poutres ou des lattes avec une force qui les faisait pénétrer dans le sol durci comme auraient fait des projectiles [1].

» En résumé, l'identité mécanique des tempêtes sur toutes les régions du globe se retrouve à la fois dans leurs traits généraux et dans les détails. Même mode de translation rapide de l'équateur vers l'un ou l'autre pôle; même mode de giration des spires individuelles, de plus en plus rétrécies vers le bas, autour d'axes toujours verticaux; même dilatation progressive aboutissant souvent, loin de l'équateur, à des phénomènes de segmentation multiple; même travail colossal exécuté sur le sol là où les spires violemment giratoires viennent en contact avec lui ou avec la mer. Si vous joignez

---

[1] *Voir* la brochure de M. Thure Vigert, *Orage accompagné de trombes*, Stockholm, 1888.

Il serait intéressant d'examiner au même point de vue les orages et les tornados d'été, en Suède, mais il faudrait pour cela des descriptions complètes de ces phénomènes avec les cartes synoptiques correspondantes.

Il est bien entendu qu'en parlant de l'identité de ces phénomènes accessoires sous tous les climats, il ne s'agit que de leurs caractères mécaniques. Au point de vue physique, les trombes des déserts d'Afrique, de l'Asie centrale ou des Terres chaudes du Mexique ne ressemblent pas aux tornados des contrées humides des États-Unis ou de la France. Bien plus l'influence du relief du sol qui disparaît pour les cyclones se fait sentir ici, non pour modifier le mécanisme des tornados, mais pour en permettre ou en empêcher la production, parce que ces phénomènes accessoires prennent naissance dans les tempêtes, à un niveau bien inférieur à celui des courants générateurs du phénomène principal. Mais, une fois le phénomène accessoire engendré, il se développe mécaniquement partout de la même manière.

à cela ce fait constant que tous les phénomènes sont, au point de vue mécanique, indépendants des circonstances locales qui caractérisent près du sol les climats parcourus, en sorte que leur origine doit être cherchée dans les hautes régions de l'air, où les variétés de climat et l'influence des accidents du sol disparaissent, et cet autre fait que ces phénomènes si violents se produisent sur une grande échelle sans bouleverser l'atmosphère, on reconnaîtra qu'ils n'appartiennent pas exclusivement à la Météorologie; ce sont les plus hautes manifestations terrestres de la mécanique des fluides, et, à ce titre, elles méritent d'être signalées à l'attention de tous les hommes de science, ainsi que l'explication si simple que j'en ai donnée et qu'il est inutile de reproduire ici. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'Académie reçoit, pour le Concours du prix Petit d'Ormoy, un Mémoire sur « Les lois de la matière ».

(Renvoi au concours du prix Petit d'Ormoy.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Tableau synoptique de la prévision du temps, basé sur la théorie des cyclones et appuyé sur les observations qui ont été faites à l'observatoire du Puy-de-Dôme, par MM. *Plumandon* et *Colomès*. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

M. le **Secrétaire perpétuel** communique une Lettre de M. *Leroy*, bibliothécaire de la ville de Melun, relative à la cérémonie qui a eu lieu le 11 avril dans la commune du Châtelet-en-Brie, pour l'inauguration d'une plaque commémorative de *Louis Puissant*, Membre de l'Académie des Sciences.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Barnard* (1889 *mars* 31), *faites à l'observatoire d'Alger au télescope de* $0^m,50$; par MM. **Trépied, Rambaud** et **Renaux**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1889.	Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite. ✳︎ — ⋆.	Déclinaison ✳︎ — ⋆.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Avril 4....	*a* Weisse$_2$, n° 522	8	−2.15,46	− 8. 1,6	12:12	T.
4....	*a* Id.	»	−2.15,83	− 8. 0,7	12:12	R^d.
5....	*a* Id.	»	−2.59,48	−10.11,6	8:8	T.
5....	*a* Id.	»	−3. 0,44	−10.10,6	6:6	R^x.
5....	*a* Id.	»	−3. 0,79	−10.13,7	6:6	R^d.
8....	*b* $\frac{1}{2}$ (W$_2$, 363 + 364)	8	+0. 0,24	+ 6.40,1	16:16	R^d.
8....	*b* Id.	»	−0. 0,45	+ 6.40,9	16:16	R^x.
10....	*b* Id.	»	−1. 9,93	+ 2.32,9	12:12	R^d.
10....	*b* Id.	»	−1.10,09	+ 2.35,5	12:12	T.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1889.	Etoiles.	Ascension droite moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 4......	*a*	5.20.14,50	−0,85	+16. 7.18,8	−5,2	Weisse$_2$.
5......	*a*	»	−0,87	»	−5,3	Id.
8......	*b*	5.15.17,07	−0,93	+15.44.16,7	−5,4	Id.
10......	*b*	»	−0,97	»	−5,4	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1889.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 4.......	8. 9.28	5.17.58,19	$\bar{1}$,612	+15.59.12,0	0,601
4.......	8.22. 8	5.17.57,82	$\bar{1}$,627	+15.59.12,9	0,610
5.......	8.45.39	5.17.14,15	$\bar{1}$,655	+15.57. 1,9	0,633
5.......	9.21. 3	5.17.13,19	$\bar{1}$,678	+15.57. 2,9	0,661
5.......	9.30.38	5.17.12,84	$\bar{1}$,682	+15.56.59,8	0,668
8.......	8.22.32	5.15.16,38	$\bar{1}$,646	+15.50.51,4	0,626
8.......	8.57. 8	5.15.15,69	$\bar{1}$,672	+15.50.52,2	0,654
10.......	8.41. 7	5.14. 6,17	$\bar{1}$,668	+15.46.44,2	0,648
10.......	8.50.34	5.14. 6,01	$\bar{1}$,674	+15.46.46,8	0,656

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'énergie utilisable et le potentiel thermodynamique.* Note de M. **Gouy**.

« En définissant la fonction $\mathcal{E}$, que j'ai appelée *énergie utilisable* ([1]), j'avais fait remarquer que cette fonction se réduit, dans un cas particulier, à celle qui a reçu le nom de *potentiel thermodynamique*. Dans une Note récente ([2]), M. Duhem conclut à l'identité de ces deux fonctions. L'auteur ne paraît pas avoir remarqué que l'expression (2) de l'énergie utilisable contient, en facteur de S, non pas la température T du système, mais bien la température T_0 du milieu ambiant; ce caractère essentiel suffit à distinguer la fonction nouvelle de celles dont on avait déjà fait usage en Thermodynamique.

» En réalité, l'énergie utilisable ne se confond avec le potentiel thermodynamique que si la température du système est uniforme, constante et égale à celle du milieu ambiant, et si, de plus, toutes les forces extérieures admettent le potentiel W. Cette fonction est donc plus générale et susceptible d'applications auxquelles ne se prête pas le potentiel thermodynamique. J'ajouterai qu'elle est obtenue par une voie toute nouvelle, puisque son expression (1) est formée sans considérer l'énergie intérieure ni l'entropie, et présente un sens physique immédiat. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique de l'eau de mer à divers degrés de dilution et de concentration.* Note de MM. **Thoulet** et **Chevallier**.

« La mesure de la chaleur spécifique a été exécutée d'après la méthode de M. Berthelot et à l'aide des instruments dont il a indiqué l'emploi. L'eau de mer recueillie au large de Fécamp a été expérimentée tantôt pure, tantôt additionnée d'eau distillée et tantôt concentrée par évaporation, sans toutefois que cette concentration ait jamais dépassé la réduction à moitié du volume primitif, de façon à être assuré, ainsi que l'ont prouvé les travaux d'Usiglio, qu'aucun sel ne s'était déposé. La mesure des densités et celle des chaleurs spécifiques ont été prises à la température de $17°,5$.

([1]) *Comptes rendus*, 11 mars 1889.
([2]) *Ibid.*, 1er avril 1889.

» On plaçait l'eau de mer rigoureusement cubée (500^{cc}) dans un calorimètre en platine; on y introduisait 50^{cc} d'eau distillée, préalablement échauffée et enfermée dans une bouteille en platine. Les températures étaient prises dans le calorimètre avec un thermomètre Baudin divisé en $\frac{1}{50}$ de degré, dans la bouteille en platine avec un thermomètre Alvergniat divisé en $\frac{1}{10}$ de degré. La correction de refroidissement a été faite par le procédé connu.

» Les valeurs obtenues ont été réunies par une courbe, sur laquelle on a ensuite mesuré les chaleurs spécifiques pour des intervalles de densité de 0,0025. Les valeurs trouvées expérimentalement sont marquées d'un astérisque.

Densité.	Chaleur spécifique.	Densité.	Chaleur spécifique.	Densité.	Chaleur spécifique.
1,000	1,000	1,0175	0,948	1,0325	0,924
1,0025	0,986	1,0176*	0,949*	1,0350	0,921
1,0043*	0,980*	1,0200	0,944	1,0357*	0,921*
1,0050	0,977	1,0225	0,940	1,0375	0,917
1,0073*	0,968*	1,0232*	0,939*	1,0400	0,913
1,0075	0,968	1,0235*	0,938*	1,0425	0,910
1,0100	0,963	1,0250	0,935	1,0450	0,907
1,0125	0,957	1,0275	0,931	1,0463*	0,903*
1,0150	0,952	1,0290*	0,927*	1,0475	0,903
1,0153*	0,951*	1,0300	0,927	1,0500	0,900

» On sait qu'en désignant par a et b deux nombres constants calculés d'après deux expériences, et par n le nombre de molécules d'eau dans lesquelles se trouve dissoute 1^{mol} de sel, la solution étant ramenée à 1^{lit} d'eau, la chaleur spécifique γ d'une solution saline plus ou moins concentrée sera donnée par la formule

$$\gamma = \frac{a+n}{b+n}.$$

» Le Tableau suivant prouve que cette formule est applicable à l'eau de mer, en supposant que celle-ci contienne tout son sel à l'état de chlorure de sodium.

Densité.	n.	γ calculé.	γ expérimental.	Différence.
1,0100........	179,3	0,965	0,963	+ 0,002
1,0150........	118,8	0,953	0,953	0,000
1,0250........	70,7	0,935	0,935	0,000
1,0400........	43,7	0,916	0,914	+ 0,002

» En prenant pour densité moyenne de l'eau de mer 1,0232 correspondant à une chaleur spécifique égale à 0,939 et pour chaleur spécifique de l'air à pression invariable, c'est-à-dire en laissant celui-ci se dilater librement, la valeur 0,2374, un calcul très simple montre qu'en abaissant sa température de 1°, 1^{cc} d'eau de mer élève de 1° la température d'un volume de 3129^{cc} ou 3^{lit},1 d'air. Ces chiffres expliquent le rôle si puissant exercé par la mer comme régulateur des climats du globe. »

TÉLÉPHONIE. — *Sur l'intensité des effets téléphoniques.* Note de M. E. **Mercadier**.

« Dans ma précédente Communication (voir *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 737), j'ai donné la courbe représentative de l'intensité des effets téléphoniques produits dans un téléphone d'Arsonval à diaphragme en fer d'épaisseur variable.

» La même méthode d'observation et le même mode de représentation ont été appliqués avec des diaphragmes en métaux diamagnétiques.

» *Expériences avec des diaphragmes en aluminium et en cuivre.* — La courbe ci-contre [1] (*fig.* 1), relative à l'aluminium, résulte d'expériences faites avec treize diaphragmes dont les épaisseurs ont varié de 0^{mm},12 à 2^{mm},03 : tous les points obtenus sont figurés sur le graphique.

» La courbe a la même allure que celle du fer, sauf que les maxima et minima successifs décroissent beaucoup plus lentement.

» Celle qui concerne le cuivre [1] (*fig.* 2) a la même forme : on a pu s'assurer, en prenant des disques de cuivre d'épaisseur variant de 0^{mm},90 à 2^{mm}, que les maxima et minima décroissent plus lentement encore, si bien que, en recevant dans un téléphone à diaphragme de cuivre des sons ou des paroles articulées, l'intensité des effets perçus est presque aussi grande avec un diaphragme de 0^{mm},90 d'épaisseur qu'avec un diaphragme de 0^{mm},30.

» Ces courbes ont été obtenues, comme on l'a vu pour le fer, en prenant comme abscisses les épaisseurs des diaphragmes exprimées en centièmes de millimètre, et comme ordonnées les carrés des distances auxquelles on n'entend plus le téléphone reproduisant le bruit produit par un métronome fixé à la planchette d'un microphone. Mais il a fallu ici doubler l'intensité du courant qui traverse le fil primaire de la bobine d'induction du microphone, et le porter à 0,3 d'ampère; il a fallu, de plus, supprimer

Courbes des intensités
de téléphones à diaphragmes diamagnétiques d'épaisseur variable.

(Les abscisses représentent des centièmes de millimètre.)

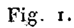


Fig. 1.

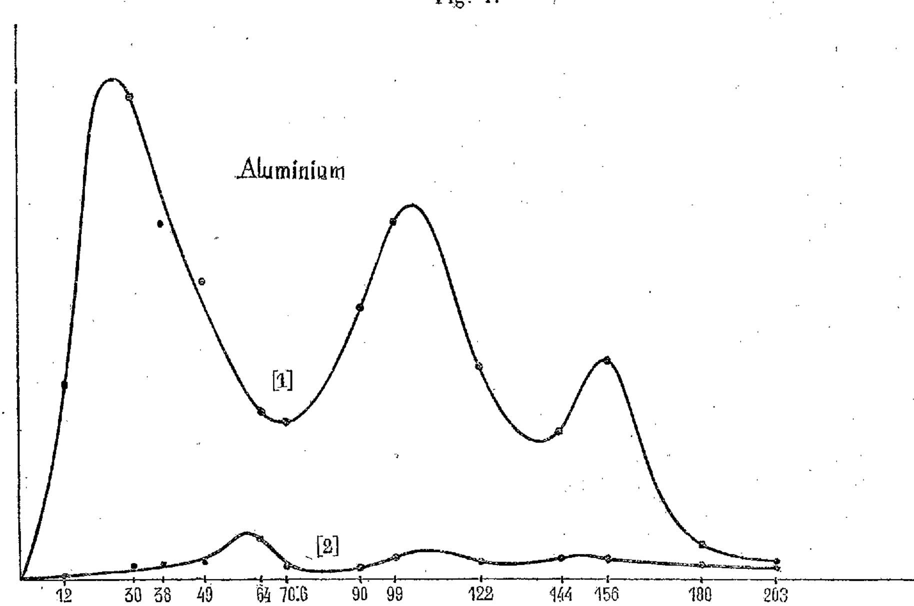
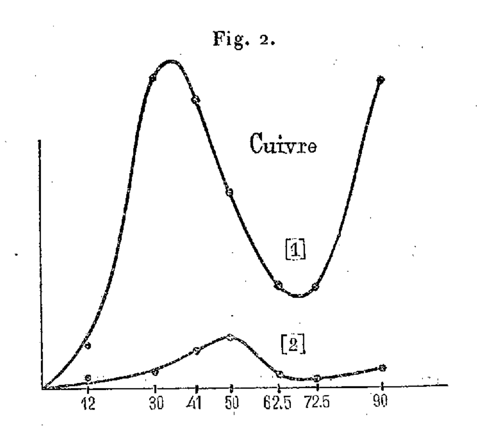


Fig. 2.



la résistance de 17000 ohms introduite dans le fil secondaire dans les expériences faites avec les diaphragmes en fer.

» C'est que les effets produits avec les diaphragmes d'aluminium et de cuivre sont, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup plus faibles que ceux qu'on obtient avec les diaphragmes en fer. Aussi l'échelle de la courbe [1] relative à l'aluminium, qui est environ dix fois plus grande que celle de la courbe [1] du cuivre, est plusieurs centaines de fois plus petite que celle du fer (*loc. cit.*) [1].

» On est porté à croire tout d'abord que cette différence considérable d'effet quand on passe du fer à l'aluminium et au cuivre tient uniquement à ce que le magnétisme spécifique de ceux-ci est extrêmement petit par rapport à celui du fer. C'en est, effectivement, la principale cause. Mais il y en a une autre, qu'il est nécessaire de considérer : c'est l'induction électrodynamique résultant des variations du magnétisme dans le noyau de l'aimant du téléphone, et qui produit des courants dans la masse du diaphragme; de la réaction mutuelle de ces courants et du noyau résultent des mouvements qui viennent s'ajouter à ceux qui sont produits par l'induction magnétique proprement dite.

» Pour trouver la part qui appartient à l'induction électrodynamique dans l'effet total, il suffit de remarquer que les courants qui la caractérisent doivent être circulaires, ou à peu près, dans le diaphragme : comme on avait eu soin, en prévision de ce résultat, de construire en ébonite, matière isolante, la monture et le couvercle du téléphone, on devait empêcher la production de ces courants, en très grande partie au moins, en pratiquant avec une scie, dans les diaphragmes, une fente très fine allant du centre à la circonférence; la masse enlevée ainsi étant extrêmement petite, cette opération ne pouvait avoir qu'une influence négligeable sur l'induction magnétique, phénomène essentiellement moléculaire.

» Or, en opérant ainsi sur 18 disques en fer identiques à ceux qui avaient servi aux premières expériences, et en construisant une seconde courbe par la même méthode que celle qui avait servi à construire la première, on trouve qu'elle a la même forme; les ordonnées sont seulement réduites d'environ $\frac{1}{4}$ dans le voisinage du premier maximum et d'environ $\frac{1}{2}$ pour le reste de la courbe.

---

[1] Il est très probable que si les intensités relatives à l'aluminium sont supérieures à celles du cuivre, cela tient à ce que les diaphragmes en aluminium renfermaient un peu de fer : 1,65 pour 100 dans ceux qui m'ont servi, ce qui correspond à environ $0^{gr},01$ à $0^{gr},07$, quantité dont les effets ne sont pas négligeables. Les diaphragmes de cuivre ne renfermaient que des traces de fer.

» Quant à l'aluminium et au cuivre, les courbes [2] ci-contre montrent à quoi se réduisent les intensités, en pratiquant une fente radiale dans 13 diaphragmes d'aluminium et 7 diaphragmes de cuivre identiques à ceux qui ont servi à construire les courbes [1] (ils ont été découpés les uns à côté des autres, 2 à 2, dans les mêmes bandes de métal). Ces courbes [2] représentent approximativement l'effet dû à l'induction magnétique et aux autres causes, extrêmement faibles d'ailleurs, provenant de la vibration du noyau de l'aimant, de l'action directe de la bobine qui l'entoure, etc.

» En définitive, on peut conclure de ces expériences : 1° *que les téléphones à diaphragme en fer sont beaucoup plus intenses que les autres et que leur effet est principalement dû à l'induction magnétique;* 2° *que les téléphones dont les diaphragmes sont faits avec de l'aluminium ou du cuivre présentent comme les précédents des maxima successifs d'intensité, et doivent leurs effets principalement à l'induction électrodynamique.* J'ajoute que si ces effets sont très petits, ils sont d'une *qualité* remarquable; ils reproduisent bien mieux que ceux des diaphragmes en fer le timbre des sons et de la parole articulée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'enroulement des bobines de résistance destinées aux mesures par les courants alternatifs.* Note de M. G. **Chaperon**, présentée par M. Cornu.

« On sait depuis assez longtemps que les bobines de résistance ordinaires ne se prêtent pas aux mesures effectuées dans un pont de Wheatstone par la méthode des courants alternatifs ([1]).

» Lorsqu'on emploie le téléphone comme galvanoscope par exemple, on obtient, avec les bobines actuelles, au lieu du silence pour la position d'équilibre, un minimum de bruit assez mauvais dès que les résistances de comparaison dépassent 2000 ohms; avec 20000 et 50000, on ne pourrait absolument pas faire de mesures exactes.

» Ayant eu à évaluer par la méthode des courants alternatifs, seule applicable dans ce cas, certaines résistances élevées et polarisables (appareils de radiophonie), nous avons été conduit à examiner cette question et, sur le conseil et sous la direction de M. Cornu, qui pensait depuis

([1]) Bouty et Foussereau, *Journal de Physique,* t. IV; 1885. — Kohlrausch, *Annalen;* 1885. — Sheldon, *Annalen;* 1888.

longtemps que ces effets étaient dus moins à la self-induction qu'aux phénomènes mal définis qu'on rencontre aussi dans les condensateurs (résidus persistants, électrolyse, électrification), nous avons cherché s'il ne serait pas possible de supprimer ou d'atténuer les défauts des résistances actuelles.

» Kohlrausch et d'autres physiciens ([1]) ont attribué ces effets surtout à la capacité électrostatique. Cette explication est rendue très probable ([2]) par la comparaison de deux enroulements de même volume exécutés avec le même fil, l'un simple, l'autre formé, comme les bobines actuelles, de deux brins parcourus en sens inverse par le courant. L'enroulement simple, associé avec une résistance rectiligne sur un pont à fil, donne un minimum meilleur; l'effet de la self-induction sur le fil simple est cependant beaucoup plus grand que sur l'enroulement double; mais celui de la capacité est moindre.

» Une expérience analogue montre que c'est la self-induction qui domine maintenant dans l'enroulement simple : en alternant le sens de quelques couches, on obtient une amélioration considérable.

» Ces essais qualitatifs suffisent pour indiquer la marche à suivre dans l'amélioration de ces appareils, auxquels le calcul ne s'appliquerait qu'avec de grandes difficultés. On doit penser évidemment qu'on diminuera les effets de la capacité et ceux analogues, en diminuant, par l'emploi du cloisonnement, la différence de potentiel des portions de fil en contact, et la self-induction en changeant le plus fréquemment possible le sens de l'enroulement.

» Il importe, au moins pour les opérations avec les courants alternatifs, d'atténuer séparément les deux causes d'erreurs; car la compensation qui pourrait se faire entre elles dépend de la période de variation du courant, et l'on ne saurait compter sur la régularité et la simplicité de cette dernière.

» Après d'assez nombreux essais, nous avons produit quelques types de bobines ne dépassant pas 25000 ohms en un enroulement. Elles sont constituées par du fil de maillechort de $\frac{4}{100}$ et *toutes* les couches de l'épaisseur d'un fil y sont rigoureusement *égales* et enroulées dans des sens de rotation contraires. L'enroulement de ces résistances est d'ailleurs beaucoup plus facile qu'on ne le croirait : il s'exécute avec une machine que nous avons

---

([1]) Kohlrausch, *loc. cit.* — Brylinski, *Annales télégraphiques;* 1888.

([2]) Cette expérience ne permet cependant pas de distinguer la capacité proprement dite de l'électrolyse, etc.

fait construire par la maison de Branville et est presque aussi rapide que celui des bobines simples.

» Le minimum que donnent ces résistances sur un pont à fil de sensibilité usuelle [1] est aussi bon que celui des résistances de graphite.

» Elles ont été soumises aux vérifications suivantes :

» 1° Mesures de résistances liquides relatives (dissolutions de KCl), exécutées en employant à dessein des bobines de comparaison de 40000 ohms à 100000 ohms; on a obtenu généralement le $\frac{1}{100}$ avec un très bon minimum.

» 2° Comparaison avec de fortes résistances liquides (siphons de sulfate de zinc), en faisant la mesure alternativement sur le même pont au courant continu ou alternatif. L'identité est parfaite, sauf parfois un petit effet attribuable à la polarisation du zinc.

» 3° Même comparaison avec une résistance de graphite. La différence entre les mesures avec les deux sortes de courants n'est pas appréciable avec nos instruments.

» Le pont à téléphone qui sert à faire ces essais est un pont à fil droit, assez analogue au pont à fil en hélice de Kohlrausch. On peut le monter spécialement de manière à mettre en évidence les plus faibles traces de self-induction ou de capacité dans un conducteur. On emploie alors un fil de platine allié fin, de 500 ohms, 1000 ohms par mètre et plus, et comme source un inducteur de résistance à peu près égale; on accroît très notablement la sensibilité de téléphone pour les grandes résistances en le plaçant dans le circuit induit d'une petite bobine d'induction convenablement calculée. Même avec cette sensibilité exagérée les bobines à enroulements alternés donnent un minimum suffisant.

» Dans les mêmes circonstances, les meilleures boîtes de résistances actuelles ne permettraient aucune mesure même approchée, dès que les bobines employées dépassent 2000 ohms à 5000 ohms. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité des sels. Réponse à M.* Roozeboom. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Friedel.

« M. Roozeboom, répondant aux observations que j'ai présentées sur ses courbes de solubilité du chlorure de calcium, conteste l'exactitude rigou-

---

[1] Fil de 125 ohms pour 1^m.

reuse de ma formule de solubilité et son application aux solutions concentrées. N'ayant jamais donné cette formule que comme une formule approchée, applicable seulement aux solutions étendues, je n'ai aucune objection à faire; je prétends seulement que pour les solutions concentrées il y a encore accord de signe, et pas autre chose, entre les résultats de l'expérience et ceux de la théorie, contrairement à ce qu'a avancé M. Roozeboom ([1]).

» J'ai été conduit à prévoir l'impossibilité d'une tangente verticale aux courbes de solubilité en m'appuyant sur des lois physiques beaucoup plus générales, telles que lois de continuité, de réversibilité, d'opposition de la réaction à l'action ([2]), dont l'exactitude ne saurait être contestée. Mais, pour démontrer l'absence de cette tangente verticale, je me suis appuyé exclusivement sur les expériences de M. Roozeboom.

» Ce savant me fait à ce sujet deux objections; il conteste en premier lieu la légitimité de l'amplification que j'ai donnée à ses courbes et même l'exactitude de cette amplification. J'abandonne volontiers ce mode de discussion, qui n'a d'autre avantage que de parler aux yeux, pour m'en tenir aux chiffres bruts donnés par l'expérience. On en déduit immédiatement les coefficients angulaires des tangentes aux courbes de solubilité. S'il existe une tangente verticale, ces coefficients angulaires doivent passer par $\pm\infty$; si, au contraire, on est en présence d'un point anguleux, le coefficient angulaire changera brusquement de signe en conservant de part et d'autre des valeurs sensiblement constantes :

Solubilité du Ca Cl, 6 HO.

$t.$	$\frac{ds}{dt}.$
28°,9 -29°,5	+ 7
29,5 -30,2	+ 9,5
30,2 -29,8	—12
29,8 -29,55	— 8,5
29,55-29,2	— 9

([1]) *Étude sur les conditions de l'équilibre,* par M. B. Roozeboom, p. 146.

([2]) Je signalerai en passant que la loi des transformations réversibles de M. Gouy (*Comptes rendus,* t. CVIII, p. 341) ne diffère guère de la loi d'opposition de la réaction à l'action, dont j'ai donné depuis longtemps l'énoncé et plus récemment une démonstration reposant sur l'hypothèse de Clausius relative aux transformations non réversibles (*Équilibre chimique,* par H. Le Chatelier, p. 218).

» Ces chiffres montrent bien un point anguleux aussi net qu'on puisse le désirer.

» M. Roozeboom me reproche ensuite d'avoir attribué à ses expériences un degré de précision trop considérable; il estime que, sur un sujet aussi délicat, la théorie seule peut conduire à des conclusions certaines. Sa formule, qui serait absolument rigoureuse, renferme un dénominateur s'annulant au point de fusion de CaCl, 6HO et donnant, par suite, une valeur infinie pour le coefficient angulaire de la tangente. Il m'est impossible d'accepter cette manière de voir; j'ai grande confiance dans les expériences, mais beaucoup moins dans la formule prétendue rigoureuse, qui n'est, en réalité, qu'approchée. Il a, en effet, négligé dans les calculs, comme étant infiniment petit, le changement de volume qui accompagne la dissolution du sel. Or, quand on arrive au point de fusion, cette quantité négligée devient infiniment grande par rapport à celle qui a été conservée, et la formule n'est plus applicable.

» Enfin, j'ajouterai comme troisième preuve de la discontinuité des deux branches de courbes l'impossibilité de passer de l'une à l'autre d'une façon réversible par une simple variation de température. Il faut, pour effectuer ce passage, changer brusquement la nature du dissolvant en ajoutant de l'eau ou du chlorure de calcium anhydre, ainsi que M. Roozeboom, du reste, l'a fait dans ses expériences.

» Quoi qu'il en soit, le désaccord entre M. Roozeboom et moi au sujet des questions de solubilité est beaucoup moindre que ce savant me semble le supposer dans sa dernière Note. M. Roozeboom a complètement accepté (1) l'opinion émise par moi qu'à tout changement brusque dans l'état d'un sel solide qui se dissout correspond nécessairement un changement brusque dans l'allure de la courbe de solubilité. Je suis convaincu qu'il se ralliera également à l'opinion que je défends aujourd'hui, qu'à tout changement brusque dans la nature du dissolvant correspond également un changement brusque dans l'allure de la courbe. »

---

(1) Bakhuis Roozeboom, *Études expérimentales sur les conditions de l'équilibre*, p. 22 à 40.

CHIMIE. — *Sur la vitesse de transformation de l'acide métaphosphorique en présence des acides et des alcalis.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« *Influence des acides.* — D'après Graham, la transformation des solutions d'acide métaphosphorique est plus rapide en présence d'autres acides. J'ai trouvé, en effet, qu'il en est ainsi le plus souvent pour les acides minéraux forts, tels que l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique; au contraire, les acides organiques, tels que l'acide acétique, ont retardé le phénomène.

» Ainsi, une liqueur contenant, par litre, $\frac{775}{1000}$ de PhO^3H (transformé ou non), en même temps que $\frac{252}{1000}$ d'équivalent d'acide sulfurique ($\frac{1}{2}SO^4H^2$), a fourni pour $\log a$:

		Au lieu de (sans acide)
à 0°	0,00072	0,00069
à 35°	0,047	0,042
à 42°,5	0,131	0,098

L'augmentation est très marquée.

» Pour une dose moindre d'acide sulfurique, $\frac{127}{1000}$ d'équivalent, avec $\frac{980}{1000}$ de PhO^3H, l'influence accélérante a été sensiblement nulle, et paraîtrait même faiblement négative aux températures basses.

» L'acide chlorhydrique donne un accroissement plus décisif :

» Avec $\frac{975}{1000}$ PhO^3H et $\frac{249}{1000}$ HCl par litre, on a obtenu :

		Au lieu de
à 0°	0,00088	0,00080
à 36°,5	0,070	0,058

» Avec $\frac{900}{1000}$ de PhO^3H et $\frac{128}{1000}$ de HCl par litre, on a eu :

		Au lieu de
à 0°	0,00076	(Même valeur que sans acide.)
à 36°,5	0,065	0,055

» L'acide acétique a toujours produit une diminution de vitesse; par exemple, avec $\frac{256}{1000}$ de $C^2H^4O^2$ pour $\frac{1700}{1000}$ de PhO^3H, on a trouvé :

		Au lieu de
à 0°	0,000708	0,00103

» On s'explique très bien ce retard, puisque la masse du système est devenue plus grande. Mais l'influence excitante des acides minéraux ne peut être attribuée qu'à une intervention active de ces acides dans le phénomène de transformation. C'est sans doute à la formation temporaire d'hydrates dissociables produits par les acides aux dépens de l'acide condensé métaphosphorique qu'est due la destruction plus rapide de ce dernier.

» *Influence des alcalis.* — J'ai cherché comment s'accomplit la transformation en présence de doses variables d'alcali.

» J'ai mis avec l'acide métaphosphorique de la potasse, soit en quantité équivalente à l'acide total PhO^3H (transformé ou non), soit en quantité inférieure, soit enfin en quantité supérieure.

» 1° Une dissolution métaphosphorique a été exactement saturée par la potasse à l'hélianthine; elle renfermait alors par litre $\frac{506}{1000}$ PhO^3K et $\frac{80}{1000}$ de phosphate acide PhO^4KH^2.

» Maintenue à 0° pendant plus de deux mois, elle n'a subi aucune transformation (le titre acide à la phtaléine n'a pas varié).

» A 43°,5, la transformation a été minime; on aurait eu pour $\log a$: 0,000166, au lieu de 0,09 pour l'acide libre.

» Donc la transformation du métaphosphate (hexa) en phosphate acide est insensible à 0°, très lente encore à 43°,5. D'ailleurs, une ébullition prolongée amène à une transformation complète.

» 2° Dans une liqueur partiellement saturée, on trouve, comme on pouvait le prévoir *a priori*, une transformation plus lente qu'avec l'acide seul, plus rapide que pour l'acide totalement saturé. Le phénomène n'obéit plus à la loi simple trouvée pour le cas de l'acide.

» Si l'on admet que, dans le mélange, l'acide libre se transforme pour son compte comme s'il était seul, on déduit pour la vitesse de transformation du métaphosphate alcalin une vitesse supérieure à celle qui a été observée directement pour le sel non mélangé d'acide.

» Par exemple, dans un liquide contenant par litre $\frac{572}{1000}$ de PhO^3H (transformé ou non), en même temps que $\frac{295}{1000}$ de KOH, on trouverait ainsi pour le changement du métaphosphate :

	$\log a$.	Au lieu de
à 0°..........	0,000018	0,0
à 43°,5........	0,0072	0,000166

trouvés pour le métaphosphate seul.

» Ce résultat pouvait être prévu : dans le mélange de métaphosphate alcalin et d'acide métaphosphorique, l'acide orthophosphorique, qui se forme assez vite, s'empare d'une partie de la potasse du métaphosphate; de l'acide métaphosphorique libre est régénéré, et peut se transformer plus vite que s'il était demeuré combiné à l'alcali. Le changement du métaphosphate en phosphate acide est ainsi rendu plus rapide.

» 3° En présence d'un excès de potasse, le métaphosphate se transforme un peu moins lentement que seul, mais beaucoup moins vite que l'acide.

» A 0° et même à 20°, la variation est encore d'une lenteur excessive; aux températures plus élevées, la rapidité s'accroît, et elle augmente un peu pour des doses croissantes de potasse. Mais l'allure du phénomène n'est plus la même : la courbe des logarithmes n'est pas rectiligne.

» Pour une dissolution contenant par litre $\frac{196}{1000}$ de PhO^3H total, en même temps que $\frac{392}{1000}$ de potasse, à 19°, l'alcalinité est demeurée invariable pendant quatre jours.

» A 38°, elle a diminué peu à peu. Si l'on admet, ce qui n'est pas tout à fait vrai, que la loi est la même que pour l'acide, on obtient pour $\log a$ la valeur 0,0022 : elle est plus de dix fois moindre que celle trouvée pour l'acide en concentration identique.

» Ces résultats confirment l'hypothèse faite sur la constitution de l'acide métaphosphorique vitreux : la réaction principale est le dédoublement, qui s'opère plus difficilement lorsque l'acide est saturé par une base forte. »

CHIMIE. — *Recherches sur quelques nouveaux sulfures métalliques.* Note de MM. **Arm. Gautier** et **L. Hallopeau.**

« A la suite des recherches de l'un de nous, relatives à l'action du sulfure de carbone sur les argiles [1], nous avons été entraînés à examiner l'action que le sulfure de carbone exerce au rouge sur divers métaux. Ce sont les sulfures ainsi produits que nous nous proposons de décrire.

» Nous opérions généralement de la façon suivante : la matière à sulfurer était mise dans une nacelle en charbon de cornue ou en graphite, elle-même placée dans un tube de porcelaine vernissée. On chassait l'air de l'appareil par un courant d'hydrogène, puis on laissait arriver lentement les vapeurs de sulfure de carbone bien desséchées, en maintenant le tube au rouge blanc à 1300° et 1400°, durant cinq à six heures; on

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVII, p. 911.

laissait refroidir dans la vapeur de sulfure. Dans ces conditions, la sulfuration du métal se produit au sein d'un milieu sulfurant et réducteur, ainsi que l'a montré depuis longtemps M. Fremy. En général, le sulfure reste dans la nacelle; quelquefois il se recouvre d'une couche de carbure, tandis qu'un peu de carbone, de soufre et, dans certains cas, d'un sous-sulfure de carbone jaune rougeâtre sont entraînés par le courant gazeux. Le silicium, s'il en existe à l'état de siliciure ou sous forme de silice, est transformé en sulfure, qui va cristalliser dans les parties les moins chaudes de l'appareil.

» *Action du sulfure de carbone sur le fer au rouge.* — Nous avons employé un fer très doux, contenant 99,45 de fer pur (avec $0^{gr},22$ de carbone, $0^{gr},10$ de silicium, $0^{gr},018$ de soufre, $0^{gr},22$ de phosphore et un peu de manganèse). Après sulfuration, on a trouvé dans la nacelle une masse d'aspect métallique, recouverte d'une couche noire formée d'un carbure de fer paraissant répondre à la formule FeC^2. Le sulfure sous-jacent est réuni en un lingot, dont la cassure montre des facettes cristallines enchevêtrées : sous le microscope, on voit de nombreuses aiguilles allongées.

» Dans le cas où le sulfure produit est décomposé par l'eau acidulée, nous procédons à l'analyse par une méthode rapide, simple et très exacte. Nous nous bornons à l'indiquer ici sommairement. La matière pulvérisée est attaquée, à froid, par l'acide sulfurique au dixième. L'hydrogène sulfuré est reçu dans une solution tiède de sulfate d'argent, placée dans des barboteurs convenables; le sulfure d'argent Ag^2S est recueilli, séché et pesé. On doit éviter d'employer le nitrate d'argent au lieu de sulfate, de sécher le sulfure au-dessus de 100°, d'élever la température au début de l'attaque, de laisser de l'air dans l'appareil. On le chasse par un courant lent et continu d'acide carbonique pur, qui balaye ensuite, à chaud, les dernières portions d'hydrogène sulfuré. Le métal dissous à l'état de sulfate est dosé par les méthodes ordinaires.

» Notre sulfure de fer ainsi analysé nous a fourni les chiffres suivants :

		Calculé pour Fe^4S^3.
Soufre	29,91	30,00
Fer	70,11	70,00
Carbone, silice, manganèse	Traces.	

» Ce sulfure n'est pas accompagné de protosulfure de fer.

» Le sulfure Fe^4S^3 est une matière assez résistante sous le marteau, à cassure cristalline, d'un gris jaunâtre à reflets bronzés. Il se lime comme le fer doux et prend le poli. Sa poudre est grise à reflets métalliques. Sa densité est de 6,957 à 0°. Sa dureté est de 3,8. Il raye facilement le spath et est difficilement rayé par la fluorine. Il est un peu plus magnétique que le protosulfure de fer. Il est inaltérable à l'air et s'oxyde difficilement, même au rouge. Les acides faibles le dissolvent en dégageant de l'hydrogène sulfuré et de l'hydrogène.

» Le sulfure Fe^4S^3 est bien un sous-sulfure de fer et non un mélange de $3FeS + Fe$, c'est-à-dire à 17,5 centièmes de fer métallique. En effet, il est entièrement cristallisé et homogène; sa poudre, d'un gris métallique, n'a rien de la couleur noire de celle du protosulfure. Berthier observe d'ailleurs que le protosulfure de fer mélangé de fer s'en sépare au rouge à peu près entièrement. D'autre part, il résulte de nos observations que, si l'on fait bouillir le fer ou son protosulfure avec de l'acétate ou du chlorhydrate d'ammoniaque un peu concentrés, il se fait par addition de ferricyanure à la liqueur filtrée, dans le premier cas, un abondant précipité de bleu de Turnbull; dans le second, un précipité bleu pâle. On n'obtient, au contraire, qu'une coloration verdâtre si l'on opère avec la poudre de Fe^4S^3. Si l'on attaque à chaud le fer par une solution concentrée d'acide borique, il se fait un vif dégagement d'hydrogène. Un mélange de fer et de protosulfure donne ce gaz avec une très faible proportion d'hydrogène sulfuré. On n'obtient avec notre sulfure qu'une trace insignifiante d'hydrogène, sans hydrogène sulfuré.

» Le nouveau sulfure cristallisé Fe^4S^3 est donc le terme intermédiaire entre les deux sulfures connus Fe^4S^2 et FeS.

» *Action du sulfure de carbone sur le manganèse et sur son silicate naturel:* 1° *Manganèse.* — En chauffant le manganèse vers 1400°, dans la vapeur sèche de sulfure de carbone, ce métal se recouvre, sans fondre, d'une couche noirâtre qui augmente lentement et, par percussion, se détache à froid du bloc métallique. C'est une matière à cassure cristalline, à poudre vert olive, qui ne décompose pas l'eau, même à l'ébullition.

» Nous l'avons soumise à la méthode d'analyse ci-dessus décrite. Les acides affaiblis ont laissé dans ce cas 8,85 pour 100 d'un carbure de manganèse inattaquable. Le reste était formé d'un sulfure de manganèse présentant la composition centésimale :

Manganèse	63,06	63,21	Calculé pour MnS.
Soufre	36,94	36,79	

» C'est un sulfure de manganèse déjà obtenu cristallisé, mais par une autre voie.

» Il est remarquable que, contrairement à ce qui se passe pour le fer, même en présence d'un excès de métal, il ne se forme pas ici de sous-sulfures de manganèse.

» Le carbure qui, dans l'opération précédente, accompagne MnS ressemble à du charbon; il laisse, calciné au rouge, un résidu de Mn^3O^4. Il répond à la formule MnC^2, avec un léger excès de charbon. Sous le microscope, il se présente sous forme de petits cristaux octaédriques brillants.

» 2° *Silicate de manganèse*. — Nous avons obtenu un sulfure de manganèse nouveau Mn^3S^4, en traitant au rouge blanc par le sulfure de carbone le silicate naturel SiO^3Mn ou *rhodanite*. Quoique très beau et bien homogène, notre échantillon contenait un peu de silicate de chaux. Après action du sulfure de carbone, il est resté dans la nacelle une matière d'un ton gris bleu rappelant la cassure d'un coke dense fait à haute température.

» Cette substance donne à l'analyse les résultats suivants :

Manganèse	45,93	Total pour 100 : 99,93
Soufre	40,91	
Calcium	3,83	
Fer	6,32	
Rhodanite inattaquée	2,94	

» Déduction faite du soufre combiné au calcium et au fer à l'état de sulfures (CaS et Fe^4S^3), il reste pour la composition centésimale de ce sulfure de manganèse :

		Calculé pour Mn^3S^4
Manganèse	56,33	56,31
Soufre	43,67	43,69

Le sulfure nouveau Mn^3S^4 doit donc être ajouté aux deux sulfures MnS et MnS^2 déjà connus. C'est un corps d'aspect semi-métallique, facile à pulvériser. Il décompose l'eau, lentement à froid, rapidement à chaud en dégageant H^2S et donnant un oxyde de manganèse hydraté, propriété d'autant plus inattendue que le sulfure MnS n'agit pas sur l'eau.

» Les acides très affaiblis dissolvent Mn^3S^4 très rapidement à froid. Les sulfhydrates alcalins donnent dans ces solutions un précipité vert noir.

» Nous ferons connaître, dans une prochaine Note, les sulfures que nous avons obtenus avec le nickel, le chrome, le plomb et l'aluminium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des ptomaïnes.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (séance du 7 janvier 1889) les premiers résultats obtenus dans l'oxydation d'une ptomaïne en $C^8H^{11}Az$ au moyen d'une solution de permanganate de potasse. J'avais isolé un acide pyridine-monocarboné, présentant les principales propriétés de l'acide nicotianique, mais cristallisant mal et possédant un point de fusion inférieur à 229°.

» J'ai repris cette expérience et, pour obtenir un acide très pur, voici le procédé que j'ai suivi :

» Le sel de potasse de l'acide pyridine-carboné a été transformé en sel de cuivre au moyen d'une solution concentrée d'acétate de cuivre pur. Ce sel de cuivre, lavé, délayé dans l'alcool, a été décomposé par l'hydrogène sulfuré. La solution alcoolique, filtrée et fortement concentrée au bain-marie, abandonna, cette fois encore, un acide cristallisant mal. Au lieu de transformer de nouveau cet acide en sel de potasse, puis en sel cuivrique, et de suivre la même marche que précédemment, je l'ai épuisé par l'alcool absolu bouillant. J'ai évaporé à siccité et j'ai ajouté un léger excès d'acide chlorhydrique pur qui a dissous l'acide. Finalement, la liqueur a été mise à évaporer dans le vide sec. J'ai obtenu ainsi le chlorhydrate d'acide nicotianique

$$C^6H^5AzO^2, HCl,$$

tel qu'il a été décrit par Laiblin. Ce chlorhydrate a été purifié, puis décomposé, de manière à régénérer l'acide.

» Celui-ci fondait exactement à 229°-230°, commençait à se sublimer vers 150° sous forme de paillettes nacrées et présentait les mêmes solubilités, dans l'eau et dans l'alcool, à diverses températures, que l'acide nicotianique.

» Enfin l'échantillon, plusieurs fois cristallisé dans l'alcool absolu, a fourni les nombres suivants à l'analyse :

Théorie pour $C^6H^5AzO^2$.	Trouvé I.	II.	III.
C = 58,54	58,26	58,31	»
H = 4,06	4,18	4,25	»
Az = 11,40	»	»	11,50

» Les conclusions de mon précédent Mémoire doivent donc être maintenues, et l'on voit que la ptomaïne en $C^8H^{11}Az$ fournit, à l'oxydation par le permanganate de potasse, le même acide pyridine-carboné que la nicotine.

» Dans une prochaine Note, j'étudierai quelques-unes des transformations de la pyridine provenant de la distillation avec la chaux de l'acide nicotianique obtenu. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion de quelques corps organiques.* Note de M. **Ossipoff**.

« J'ai entrepris une série d'expériences tendant à déterminer les chaleurs de combustion de corps organiques qui n'ont pas encore été étudiés au point de vue thermique.

» L'étude des acides cinnamique, atropique et térébique étant terminée, j'ai l'honneur de présenter les résultats obtenus. Les nombres que j'ai donnés provisoirement (*Zeitsch. f. phys. Ch.;* 1888) pour l'acide cinnamique et pour l'acide térébique ne se rapportaient qu'à des substances qui n'étaient pas suffisamment pures.

» *Acide cinnamique* $C^9H^8O^2$. — Cet acide m'a été fourni par M. Kahlbaum. Mais l'échantillon que j'avais entre les mains ne possédait pas la pureté suffisante. Après plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante, dans l'alcool, d'où l'acide a été précipité par l'eau, et finalement dans l'éther débarrassé d'alcool, je suis arrivé à un produit, dont l'analyse a vérifié la pureté.

» En faisant brûler cet acide dans la bombe calorimétrique de M. Berthelot, j'ai obtenu les nombres que voici :

	Chaleur de combustion de 1gr.
	cal 7030,8
	7026,2
	7018,2
	7015,0
Moyenne....	7022,5

Et pour la molécule (à volume constant) nous aurons

$$1039320^{cal},0.$$

» *Acide atropique* $C^9H^8O^2$. — J'ai préparé cet acide d'après la méthode de M. Fittig. La purification s'effectue facilement et l'on arrive à un produit chimiquement pur.

» Cet acide, comme son isomère ci-dessus, a donné des chiffres bien concordants. En effet, j'ai trouvé :

	Chaleur de combustion de 1gr.
	cal
	7055,9
	7048,6
	7043,5
Moyenne....	7049,3

soit pour la molécule

$$1043396^{cal},4.$$

» *Acide térébique* $C^7H^{10}O^4$. — Grâce à l'amabilité de M. Friedel, j'ai eu en ma disposition l'acide térébique, préparé par M. Caillot. Une seule cristallisation dans l'eau chaude était suffisante pour avoir un produit parfaitement pur.

» Cet acide brûle assez difficilement. Toutefois, j'ai réussi à le faire brûler complètement en me servant de minces pastilles posées l'une sur l'autre. (M. Louguinine a employé la même manière d'opérer pour faire brûler l'isomère de la benzine, découvert par M. Griner.) J'ai trouvé les chiffres suivants :

	Chaleur de combustion de 1gr.
	cal
	4938,7
	4914,5
	4914,4
	4894,2
Moyenne....	4915,45

ce qui donne pour la molécule

$$766641^{cal},8.$$

» Quant aux comparaisons thermiques et aux conclusions qui en résultent, je m'en abstiens pour aujourd'hui, en les réservant pour une Note ultérieure (1). »

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot (Collège de France).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les malonates de chaux et de strontiane.* Note de M. **Massol.**

« *Malonates de chaux.* — Dans une Note précédente ([1]), nous avons publié les chaleurs de neutralisation :

	Cal
$C^6H^4\ O^8(1^{éq} = 4^{lit}) + CaO(1^{éq} = 25^{lit})$......	+13,49
$C^6H^3CaO^8(1^{éq} = 29^{lit}) + CaO(1^{éq} = 25^{lit})$......	+13,60
$C^6H^4\ O^8(1^{éq} = 4^{lit}) + 2CaO(1^{éq} = 25^{lit})$......	+27,09

» Nous n'avons pu obtenir le malonate acide de chaux cristallisé. Le sel neutre a été préparé par la saturation de l'acide malonique avec l'eau de chaux. Nous avons obtenu ce sel sous trois états :

» 1° *Hydrate à* 8HO, *qui cristallise au-dessous de* + 15° *par évaporation lente des liqueurs saturées.* — Ce sel est en belles aiguilles soyeuses, brillantes. Il est peu soluble dans l'eau. Dans la réaction ci-dessus :

$$C^6H^4O^8(1^{éq}\ \text{dans}\ 4^{lit}) + 2CaO(1^{éq}\ \text{dans}\ 25^{lit}).$$

Le sel neutre formé reste entièrement dissous.

» Divers échantillons ont donné à l'analyse :

			Moyenne.
25,83	26,30	25,95	26,06 de CaO

» La formule $C^6H^2Ca^2O^8 + 8HO$ exige 26,16 pour 100 de CaO.

Analyse élémentaire.

	Trouvé.	Calculé.
C....................	16,77	16,82
H....................	4,53	4,67
Ca..................	18,60	18,69

» 2° *Hydrate à* 4HO. — Ce sel se forme par évaporation des solutions à une température supérieure à + 35°C. Il est en petites écailles brillantes, fort peu solubles dans l'eau.

» L'analyse a donné :

30,98
30,94
30,85
30,70
} Moyenne : 30,82 de CaO.

([1]) *Comptes rendus,* t. CVII, p. 257.

» La formule $C^6H^2Ca^2O^8 + 4HO$ exige 31,40 pour 100 de CaO.

» 3° Le sel anhydre s'obtient par l'action de la chaleur à + 135° dans un courant d'hydrogène sec. La déshydratation se fait difficilement; il a fallu prolonger l'opération pendant vingt à trente heures.

Analyse.

		Calculé pour 100 de CaO.
Moyenne.	39,46	39,43

» A cause du peu de solubilité dans l'eau, les deux hydrates et le sel anhydre ont été dissous dans un excès d'acide malonique, pour déterminer leur chaleur de formation et d'hydratation.

	Cal	Moyennes
1° Sel anhydre ($1^{éq}$ dans 58^{lit})...	+ 7,31 + 7,90	+ 7,60
2° Sel à 4HO ($1^{éq}$ dans 58^{lit})...	»	0,0
3° Sel à 8HO ($1^{éq}$ dans 58^{lit})...	− 8,266 − 8,266	− 8,26

» On en déduit :

» 1° *Pour le sel anhydre : a.* Chaleur de formation à partir de l'acide et de la base solides.

$$C^6H^4O^8 \text{ sol.} + 2CaO^2H^2 \text{ sol.} = C^6H^2Ca^2O^8 \text{ sol.} + H^4O^4 \text{ sol.} \ldots \quad + 20^{Cal},75$$

dont la moitié correspondant à $CaO = + 10^{Cal},37$; on trouve pour l'acétate de chaux anhydre $= + 10^{Cal},70$, et pour l'oxalate (à partir de $C^4H^2O^8$ sol.) $+ 40^{Cal},57$, dont $\frac{1}{2} = + 20^{Cal},29$.

» *b.* Chaleur de formation à partir des éléments :

	Cal	Cal
C^6 sol + H^2 gaz + Ca^2 sol + O^8 gaz = $C^6H^2Ca^2O^8$ sol.	+ 311,89 et $\frac{1}{2}$ =	+ 155,94
Pour l'acétate de chaux anhydre on a trouvé.......	+ 166,1	
Et pour l'oxalate de chaux anhydre	+ 313,71 et $\frac{1}{2}$ =	+ 156,85

» On voit que la chaleur de formation du malonate de chaux anhydre à partir des éléments est la même que celle de l'oxalate, et plus faible que celle de l'acétate.

» 2° Pour le sel à 4HO, chaleur d'hydratation :

$$C^6H^2Ca^2O^8 \text{ sol.} + 4HO \text{ sol.} = C^6H^2Ca^2O^8, 4HO \text{ sol.} \ldots \quad + 4^{Cal},74$$

» 3° Pour le sel à 8HO, chaleur d'hydratation :

$$C^6H^2Ca^2O^8 \text{ sol.} + 8HO \text{ sol.} = C^6H^2Ca^2O^8, 8HO \text{ sol.} \ldots \quad + 10^{Cal},146$$

» *Malonate de strontiane.* — Les chaleurs de neutralisation sont :

		Cal
$C^6H^4O^8$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + SrO ($1^{éq} = 8^{lit}$)	.....	+ 13,485
$C^6H^3SrO^8$ ($1^{éq} = 12^{lit}$) + SrO ($1^{éq} = 8^{lit}$)	.....	+ 13,415
$C^6H^4O^8$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 2 SrO ($1^{éq} = 8^{lit}$)	.....	+ 26,90

» A ce degré de dilution, le sel neutre est entièrement dissous. Par évaporation au bain-marie, il se sépare le sel anhydre en petites écailles cristallines, très brillantes.

» L'analyse a donné pour deux échantillons 54,35 et 54,61 pour 100 de SrO; la formule anhydre correspond à 54,61.

Analyse élémentaire.

	Trouvé.	Calculé.
C	18,54	18,99
H	0,99	1,05
Sr	46,07	46,17

» Nous avons déterminé la chaleur de dissolution dans l'acide malonique dilué ($1^{éq} = 24^{lit}$) :

$1^{éq}$ de sel neutre	20^{lit}	24^{lit}
$1^{éq}$ d'acide malonique	4^{lit}	

pour l'équivalent = 189,5 :

Première expérience	$+ 2^{Cal},51$	Moy. $+ 2^{Cal},64$
Deuxième expérience	$+ 2^{Cal},77$	

» Les données ci-dessus ont permis de calculer les chaleurs de formation du sel anhydre.

» *a.* Chaleur de formation à partir de l'acide solide et de la base solide :

	Cal
$C^6H^4O^8$ sol. + 2 SrO^2H^2 sol. = $C^6H^2Sr^2O^8$ sol. + H^4O^4 sol.	+ 32,30
Dont la moitié correspondant à SrO	+ 16,15
On trouve pour l'acétate de strontiane anhydre	+ 14,60
Et pour $\frac{1}{2}$ oxalate de strontiane (à partir de $C^4H^2O^8$ sol.)	+ 22,68

» *b.* Chaleur de formation à partir des éléments :

	Cal
C^6 sol. + H^2 gaz + Sr^2 sol. + O^8 gaz = $C^6H^2Sr^2O^8$ sol.	+ 325,04
Dont la moitié correspondant à SrO	+ 162,52
On trouve pour l'acétate de strontiane	+ 171,5
Et pour $\frac{1}{2}$ oxalate de strontiane	+ 159,55

» Ces derniers nombres se prêtent aux mêmes remarques que ceux

obtenus pour la chaux; les chaleurs de formation des malonates et oxalates de chaux et de strontiane sont sensiblement les mêmes, et elles sont plus faibles (de 10^{Cal} environ) que celles des acétates des mêmes bases. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse opérée à l'aide de l'éther cyanosuccinique. Éther benzylcyanosuccinique.* Note de M. L. **Barthe**, présentée par M. Friedel.

« Dans la précédente Note (1), j'ai montré que l'hydrogène du groupe CH de l'éther cyanosuccinique $\begin{array}{l} CH\left\langle\begin{array}{l} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{array}\right. \\ | \\ CH^2-CO^2C^2H^5 \end{array}$ était remplaçable par les radicaux des iodures alcooliques, et j'ai ainsi obtenu les éthers méthyl-éthyl-propylcyanosuccinique. J'ai pu également remplacer ce même atome d'hydrogène par le radical aromatique *benzyle* et obtenir l'éther benzylcyanosuccinique.

» *Éther benzylcyanosuccinique*, $\begin{array}{l} C^6H^5-CH^2-C\left\langle\begin{array}{l} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{array}\right. \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad | \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad CH^2-CO^2C^2H^5 \end{array}$. — A 20^{gr} d'éther cyanosuccinique sodé obtenu par le mélange d'une solution de $2^{gr},30$ de Na dans 60^{gr} d'alcool absolu avec 20^{gr} d'éther cyanosuccinique, on ajoute $11^{gr},40$ environ de chlorure de benzyle : il se fait un léger précipité au bout de quelques instants. On a chauffé au bain-marie et au réfrigérant ascendant jusqu'à ce que le mélange, préalablement alcalin, fût devenu neutre au papier de tournesol. On a ensuite évaporé pour chasser l'alcool; on a ajouté de l'eau qui a séparé un liquide huileux qui a été repris par l'éther. La solution éthérée, desséchée sur du chlorure de calcium, a été d'abord privée d'éther, puis distillée au bain d'huile et dans le vide. Sous une pression de $0^m,018$ à $0^m,020$ environ, à la température de 220°-228°, il passe une huile incolore, très épaisse. Il reste un résidu noirâtre dans le rectificateur. Cette huile constitue l'éther benzylcyanosuccinique, qui se forme en vertu de l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} CNa\left\langle\begin{array}{l} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{array}\right. \\ | \\ CH^2-CO^2C^2H^5 \end{array} + C^6H^5-CH^2Cl = \begin{array}{l} C^6H^5-CH^2-C\left\langle\begin{array}{l} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{array}\right. \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad | \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad CH^2-CO^2C^2H^5 \end{array} + NaCl.$$

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. I, p. 302.

» Ce produit a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{15}H^{15}AzO^{4}$.
C pour 100..........	66,49	66,43
H »	7,01	6,57
Az »	5,08	4,84

» Pour 20gr d'éther cyanosuccinique employé, on a obtenu un rendement de 22gr à peu près d'éther benzylcyanosuccinique qui, soumis à une température de — 15° environ, n'a pas cristallisé.

» Je me propose prochainement, en variant les procédés opératoires, de substituer à l'hydrogène du groupe CH de l'éther cyanosuccinique les radicaux des chlorures acides aromatiques [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'azote organique par la méthode des volumes, de la chaux sodée et de Kjeldahl.* Note de M. **L. L'Hôte.**

« Avant d'exposer le résultat de mes nouvelles recherches sur le dosage de l'azote organique, je crois devoir présenter quelques observations au sujet de la Note présentée à l'Académie par MM. Aubin et Alla (*Comptes rendus*, 4 février 1889).

» De l'avis de tous les analystes, la chaux sodée (méthode de Will et Varrentrapp, modifiée par M. Peligot) fournit des résultats irréprochables; logiquement, on admettra qu'un procédé donnant des chiffres s'écartant notablement, en plus ou en moins, de ceux accusés par la chaux sodée, doit être considéré comme erroné. Si l'on consulte le Tableau des analyses comparatives de MM. Aubin et Alla, on observe des différences s'élevant à près de 5 pour 100 entre les deux méthodes.

» J'ajouterai qu'il est permis de se demander comment ont été obtenus ces chiffres *extraordinaires* et inadmissibles pour des matières pures de composition connue : brucine, 3,31 au lieu de 7,10; sulfate de cinchonine, 3,03 au lieu de 7,46; urée, 38,97 au lieu de 46,66. Les expériences de MM. Aubin et Alla suffiraient pour démontrer que le procédé de Kjeldahl, *dans les conditions où ces chimistes l'ont pratiqué*, est entaché d'erreur. En raison des écarts considérables entre le chiffre réel et le chiffre trouvé, on peut se demander s'il n'y a pas eu quelques fautes d'impression.

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. A. Haller, à la Faculté des Sciences de Nancy.

» I. J'ai effectué parallèlement des dosages par la chaux sodée et la méthode de Kjeldahl en opérant sur des produits azotés cristallisés. La chaux sodée, dont je fais usage, est préparée avec 600^gr de chaux vive et 240^gr de soude caustique. Pour vérifier sa pureté en azote, on effectue un essai à blanc avec du sucre et de l'acide oxalique. L'acide titré est mesuré avec une pipette à deux traits.

» La méthode de Kjeldahl a été appliquée en suivant rigoureusement la marche publiée dans les *Annales de l'Institut agronomique* et dans l'*Encyclopédie chimique* (¹).

» Voici les chiffres trouvés :

	Azote pour 100.				
Produits analysés.	Théorie.	Par la chaux sodée.	Par le procédé de Kjeldahl.	Durée de l'opération.	État du liquide.
Brucine................	7,10	7,15	5,89	16^h	coloré
Sulfate de cinchonine....	7,46	7,42	3,40 (²)	1^h30^m	coloré
»	»	»	3,92	37^h	coloré
Asparagine............	18,66	18,42	18,33	45^m	presque incolore
Caféine................	28,86	28,78	28,74	»	»
Oxamide	31,82	31,68	31,67	»	»
Acide urique...........	33,33	33,27	33,19	»	»
Urée..................	46,66	46,54	46,50	»	»

» On voit par ces chiffres que, pour un certain nombre de matières, les résultats donnés par les deux méthodes sont concordants.

» La transformation complète de l'azote organique en azote ammoniacal coïncide avec la décoloration de la liqueur. La brucine et le sulfate de cinchonine ont été réfractaires à l'attaque de l'acide sulfurique et du mercure; en prolongeant l'action de la chaleur, la coloration persiste.

» En soumettant plusieurs matières comme le sang, la caséine, le blé, à une *ébullition vive* avec l'acide sulfurique en présence du corps réducteur, on constate qu'au bout d'une heure et demie la décoloration est presque complète; seulement, dans ces conditions, il y a perte d'ammoniaque par volatilisation, et les chiffres trouvés sont beaucoup trop faibles.

» Dans des recherches antérieures (³), en dosant l'azote de la caséine

---

(¹) *Annales de l'Institut agronomique*, p. 53; 1887. — *Encyclopédie chimique*, t. IV. *Analyse chimique*, p. 48.

(²) Ce dosage se rapproche du chiffre 3,03 trouvé par MM. Aubin et Alla.

(³) *Comptes rendus*, 7 janvier 1889, p. 61.

par la méthode de Kjeldahl, j'avais trouvé 9,24-9,56 au lieu de 13,38, chiffre donné par la chaux sodée. Cette opération avait duré treize heures. J'ai procédé à une nouvelle détermination en suivant les indications de M. Viollette [1]. L'attaque effectuée dans un ballon à long col avec de l'acide de Nordhausen a été prolongée pendant trente-sept heures. Le liquide encore coloré a fourni à la distillation : azote, 12,90.

» Au résumé, à mon avis, la méthode de Kjeldahl ne présente pas la simplicité, la rapidité et la sûreté de la méthode par la chaux sodée. Contrairement à l'opinion émise par MM. Aubin et Alla, elle donne, non pas des chiffres plus élevés, mais des chiffres comparables à ceux de la chaux sodée lorsque la liqueur acide à distiller est décolorée. Cette transformation de l'azote organique en azote ammoniacal, facile pour des substances cristallisées comme l'oxamide, la caféine, l'urée, n'est pas toujours possible, même au bout d'un temps relativement considérable, pour beaucoup de produits agricoles.

» II. Dans un Mémoire présenté à la Société chimique *Sur le dosage de l'azote total dans les urines*, par MM. Cazeneuve et Hugounenq [2], on lit :

« Aujourd'hui, dans les laboratoires, on brûle l'urine avec la chaux sodée, ou bien on la détruit avec l'acide sulfurique concentré (procédé de Kjeldahl) ; or, le procédé à la chaux sodée est insuffisant : l'urine renferme des composés albuminoïdes, ou des corps voisins des substances protéiques, qui sont transformées incomplètement dans ces conditions; on sait depuis longtemps qu'il est impossible de doser l'azote de l'albumine avec la chaux sodée. »

» J'ai répété les expériences de MM. Cazeneuve et Hugounenq en opérant par les volumes et par la chaux sodée sur de l'urine, puis sur de l'albumine préparée par la méthode de Dumas et Cahours [3].

» On a mélangé 5^{cc} d'urine à 5^{gr} de plâtre sec additionné de $0^{gr},05$ d'acide oxalique; la masse séchée au bain-marie, puis broyée, a été brûlée par l'oxyde de cuivre. Une autre préparation identique, faite en même temps, a été brûlée en présence d'une grande quantité de chaux sodée fine, en opérant dans un long tube.

---

(1) *Comptes rendus*, 28 janvier 1889, p. 182.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIX, p. 901.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VI, p. 407.

On a dosé, azote :

	Par le procédé de Dumas.	Par la chaux sodée.	
Urine	8,86	8,72	(par litre)
Albumine (non desséchée à 140°).....	14,49	14,38	(pour 100)

» Ces expériences démontrent que les deux procédés de dosage donnent sensiblement les mêmes résultats. MM. Cazeneuve et Hugounenq ont trouvé pour l'urine une différence en azote de 1^{gr} par litre entre les deux procédés. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *A propos de l'action de l'oxyde de carbone sur la germination*. Note de M. G. **Linossier**, présentée par M. A. Chauveau.

« J'ai annoncé, il y a quelques mois ([1]), que l'oxyde de carbone n'exerce sur les graines en germination qu'une action toxique très faible, se traduisant seulement par un ralentissement du phénomène quand la proportion de ce gaz dans l'atmosphère dépasse 50 pour 100, et n'en produisant jamais l'arrêt, même quand cette proportion atteint 79 pour 100.

» Or Claude Bernard a avancé ([2]) que un sixième d'oxyde de carbone dans l'air suffit à arrêter la germination. Pour expliquer un tel désaccord entre les résultats d'expériences semblables, j'avais invoqué dans l'expérience de Bernard la diminution de tension de l'oxygène dans l'atmosphère, par l'addition de l'oxyde de carbone à l'air; j'avais supposé surtout que le gaz employé avait été peut-être insuffisamment dépouillé d'acide carbonique.

» J'ai voulu me rendre compte de la valeur de cette interprétation, et j'ai à cet effet institué quelques expériences, dans les conditions suivantes :

» Quelques graines de cresson alénois et de laitue étaient introduites sur la cuve à eau dans des flacons de $0^{lit},5$ renfermant un mélange gazeux rigoureusement titré. Le poids des graines introduites étant toujours très faible, on n'avait pas à craindre l'action perturbatrice de l'acide carbo-

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 23 juin 1888.

([2]) *Leçons sur l'action des substances toxiques et médicamenteuses*.

nique dégagé par les graines elles-mêmes. Les flacons étaient ensuite soigneusement bouchés et abandonnés à la température du laboratoire.

» Plusieurs séries de germinations furent ainsi faites dans des mélanges d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique les plus divers.

» Dans les deux premières séries, les graines furent placées dans dix-huit mélanges des trois gaz préparés de telle manière que la proportion d'oxygène y fût constamment de 21 pour 100 et que la quantité d'acide carbonique y variât de 0 à 36 pour 100.

» Les résultats peuvent se résumer ainsi : à faible dose l'acide carbonique produit sur la germination un retard qui devient très sensible quand la proportion de ce gaz atteint 10 pour 100. A partir de ce chiffre, plus on élève la proportion de l'acide carbonique, plus est diminué le nombre des graines qui germent, mais l'arrêt complet ne se produit que pour de très fortes doses.

» Les doses toxiques varient d'ailleurs avec l'espèce des graines en expérience. Dans une atmosphère renfermant 36 pour 100 d'acide carbonique, la laitue a eu un commencement de germination, tandis que le cresson alénois n'a pas germé du tout.

» Une telle toxicité de l'acide carbonique étant insuffisante pour expliquer l'absence de toute germination dans les expériences de Claude Bernard, la diminution de tension de l'oxygène dans l'air l'étant aussi de par les expériences de Paul Bert, une troisième série de germinations fut entreprise, dans laquelle furent combinées les deux causes, c'est-à-dire que l'acide carbonique fut ajouté à l'air sans addition d'oxygène. On constata que, dans de telles conditions, l'influence retardatrice de l'acide carbonique sur la germination s'accentue, mais ne devient pourtant pas suffisante pour expliquer l'absence absolue de germination dans l'expérience de Claude Bernard.

» Enfin cette expérience même fut reproduite avec cette circonstance que l'oxyde de carbone ajouté à l'air fut incomplètement dépouillé de son acide carbonique par un lavage imparfait dans un unique flacon laveur, contenant une lessive de soude.

» Dans ces conditions mêmes, la germination se produisit comme dans l'air, sauf un retard de quelques heures (six environ).

» A moins d'admettre, ce qui semble peu probable, que l'expérience de Claude Bernard ait été arrêtée précisément dans l'intervalle de quelques heures qui sépare le début de la germination dans l'air du début de la germination dans l'oxyde de carbone, l'insuccès de cette expérience n'est donc

pas attribuable à la cause d'erreur que j'avais invoquée et reste momentanément inexplicable. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Nouvelles preuves de la transmissibilité de la pneumo-entérite aux diverses espèces animales de la ferme.* Note de M. V. GALTIER, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication, j'ai établi qu'une pneumo-entérite du porc, qui sévissait dans les Basses-Alpes, était transmissible à d'autres espèces, notamment aux moutons, aux chèvres, aux chiens, aux oiseaux de basse-cour, aux cobayes et aux lapins. La transmission à ces diverses espèces avait été obtenue soit par injection intra-veineuse, soit par injection trachéale, soit par injection intra-pleurale ou intra-pulmonaire, soit par injection sous-cutanée, en employant le sang ou le produit épanché dans les cavités séreuses de cobayes ou de lapins inoculés avec des cultures rapportées des Alpes. Des résultats identiques avaient été obtenus avec de la matière virulente de porcs de deux autres provenances.

» J'ai, depuis, transmis pareillement l'affection au veau et à l'âne. Le premier a toussé, jeté par le nez, et présenté des signes d'une inflammation des bronches et du poumon ; il a eu de la diarrhée, etc. Le second est mort avec des lésions très nettes de bronchite, de pneumonie, de pleurésie et de gastro-entérite ; l'intestin était le siège d'une violente congestion et présentait de nombreux points ou plaques hémorrhagiques, au niveau desquelles on apercevait parfois dans l'intestin grêle un commencement d'érosion manifeste.

» J'ai communiqué la maladie à la chèvre, en lui faisant ingérer des matières virulentes empruntées à des lapins. Cette fois encore, bien que l'affection ait évolué plus lentement, on a pu voir les lésions ordinaires qui l'accompagnent et notamment une belle broncho-pneumonie. Que la transmission ait eu lieu par ingestion ou par un des modes d'inoculation ci-dessus énumérés, les lésions des organes respiratoires rappellent tout à fait celles qu'on a observées dans la péripneumonie de la chèvre et le Bou-frida qui, à mon sens, pourraient bien n'être que de la pneumo-entérite.

» D'un autre côté, les lésions observées sur l'âne ressemblent beaucoup à celles qu'on a signalées sur les solipèdes atteints de l'affection typhoïde. N'y aurait-il pas lieu de voir là une nouvelle extension de la pneumo-

entérite, et ne pourrait-il pas se faire que, dans certains cas, l'affection typhoïde du cheval ne fût autre chose qu'une pneumo-entérite de même nature que celle des moutons et des chèvres. J'ai, dans le temps, vu mourir avec des lésions pulmonaires et gastro-intestinales des porcs, dans des fermes où la fièvre typhoïde sévissait sur les animaux solipèdes.

» Parmi les chèvres que j'ai soumises à la contagion, une qui se trouvait en état de gestation avancée a été moins gravement atteinte que les autres, mais elle a avorté. Son fœtus, presque à terme, présentait un épanchement séro-sanguinolent dans les cavités thoracique et abdominale. Cet épanchement et le sang contenaient la bactérie de la pneumo-entérite; leur inoculation a reproduit la maladie. La mère tousse encore; mais il y y a lieu de croire qu'elle se rétablira. J'ai constaté, d'ailleurs, sur une lapine pleine, un semblable cas d'avortement et, sur les femelles qui succombaient sans avoir avorté, on a trouvé généralement l'utérus et le placenta vivement congestionnés; de plus, des matières empruntées aux fœtus ont communiqué la pneumo-entérite.

» Voilà donc une affection qui se transmet souvent de la mère au fœtus et qui provoque l'avortement chez les femelles qui ne succombent pas. J'ai l'idée que l'avortement épizootique de l'espèce bovine est peut-être dû, dans certaines régions, à cette maladie, qui, dans certaines fermes, peut exister en permanence, passant d'une espèce à l'autre. J'ai observé dans la même ferme la pneumo-entérite chez le porc, l'avortement épizootique chez la vache et la broncho-pneumonie chez les jeunes veaux provenant des vaches qui n'avaient pas avorté. Les vaches qui avortent sont peu ou pas malades; cependant elles toussent ou ont toussé. Leurs avortons présentent parfois des lésions de même ordre que le fœtus de la chèvre dont il est question plus haut, et les enveloppes sont généralement altérées. Parmi les vaches qui n'avortent pas dans ladite étable, il y en a bien peu qui ne transmettent pas des germes de maladie à leur veau. Le jeune animal tombe en effet malade peu de temps après la naissance et présente des symptômes de broncho-pneumonie et d'entérite. Parmi ces veaux malades par hérédité, il y en a qui guérissent peu à peu après avoir toussé assez longtemps; mais il en meurt un bon nombre, et sur leur cadavre on trouve des lésions de broncho-pneumonie et autres, semblables à celles du mouton, de la chèvre et du porc. De plus, la matière de ces lésions, inoculée aux bêtes ovines, leur donne une véritable pneumo-entérite. Je poursuis mes investigations dans les voies nouvelles indiquées dans cette Note et j'espère pouvoir apporter bientôt de nouveaux faits. »

» Je tiens à relater, en terminant, une nouvelle observation de pneumo-entérite spontanée sur le mouton, qui vient à l'appui de mes conclusions antérieures et qui prouve une fois de plus que les animaux de l'espèce ovine contractent bien cette affection. Dernièrement, en parcourant les abattoirs de Lyon, mon attention fut attirée par un de mes élèves sur les issues d'un mouton qui offraient des lésions d'inflammation quelque peu chronique, et notamment des lésions de broncho-pneumonie, de pleurésie et d'hépatite semblables à celles que j'avais observées dans les Alpes. La matière de ces lésions a donné aux cobayes et aux lapins la même maladie, et les cultures ont reproduit la même bactérie que celles que j'avais rapportées des Basses-Alpes.

» En résumé, il existe chez le porc une pneumo-entérite bactérienne, qui est transmissible à toutes les espèces animales qu'on élève dans les fermes, qui peut occasionner l'avortement épizootique dans les étables et qui, dans certains cas, a été décrite chez le cheval sous la désignation d'*affection typhoïde*. »

HYGIÈNE. — *Recherches bactériologiques sur la désinfection des locaux par les substances gazeuses, et en particulier par l'acide sulfureux.* Note de MM. **H. Dubief** et **I. Brühl**. (Extrait.)

« M. le Dr Dujardin-Baumetz nous a chargés d'exécuter ces expériences, qui ont été faites au laboratoire de bactériologie de l'hôpital Cochin.

» Nous avons supposé un local débarrassé de ses objets mobiliers, la désinfection des lits, linges, rideaux devant toujours se faire par la vapeur surchauffée, qui est le meilleur des désinfectants.

» Pour débarrasser l'atmosphère et les parois d'une chambre des germes qu'elles contiennent, on peut employer les substances gazeuses et les liquides finement pulvérisés.

» Si la méthode des pulvérisations permet de recourir à des substances d'effet antiseptique non douteux, telles que le sublimé corrosif, l'acide phénique en solution concentrée, elle a l'inconvénient grave de nécessiter la présence de l'opérateur. Pour cette raison, nous avons étudié spécialement les substances gazeuses et, d'abord, l'acide sulfureux.

» Nous nous sommes posé trois questions :

» 1° L'acide sulfureux à l'état de gaz a-t-il une action certaine sur les germes en général? 2° L'acide sulfureux a-t-il une action sur les germes pathogènes? 3° Fixer des règles pratiques.

» Nous publions aujourd'hui nos résultats sur la première question.

» De nombreuses expériences ont déjà été entreprises avant les nôtres, mais la plupart du temps sur des cultures *in vitro*. Ce procédé est défectueux; toutefois, nous avons tenu à reproduire d'abord les essais de ceux qui nous ont précédés.

» 1° *Action de l'acide sulfureux sur les cultures de bactéries.* — Un certain nombre de tubes de culture sont placés à 18° sous une cloche où circule un lent courant d'air; cet air a traversé un récipient dans lequel est allumée une bougie de soufre, graduée, qui permet de connaître la quantité d'acide sulfureux produit. Dans ces conditions, *toujours* les cultures ont été détruites en employant une quantité suffisante de gaz sulfureux.

» Cette méthode est mauvaise : en effet, les cultures employées contiennent forcément une forte proportion d'eau ; l'acide sulfureux s'y dissout, rend le milieu acide et impropre à la culture.

» 2° *Action de l'acide sulfureux sur le nombre des germes contenus dans l'air.* — La première méthode étant passible de graves objections, nous avons eu recours à la numération des bactéries par la méthode de Miquel.

» Dans une chambre hermétiquement close, on recueillait, au moyen d'un ballon diluteur de Miquel, les germes d'un litre d'air; ces germes étaient répartis dans cinquante ballons de culture contenant du bouillon de bœuf stérilisé et alcalinisé, puis des quantités variables de soufre étaient brûlées dans la chambre. Après vingt-quatre heures, une nouvelle prise d'air analogue à la première était opérée, les germes étant répartis dans un même nombre de ballons stériles.

» Le nombre des germes contenus dans l'atmosphère de la chambre était toujours plus faible après la sulfuration qu'avant; et la différence était d'autant plus sensible que l'humidité de l'air était plus grande.

» 3° *Action de l'acide sulfureux sur la nature des germes de l'atmosphère.* — A l'état normal, dans le milieu où nous opérions, les bactéries, les micrococques particulièrement, étaient nombreux, les mucédinées ne venaient qu'après. Après la sulfuration, la proportion a toujours été renversée.

» 4° *L'acide sulfureux gazeux a-t-il une action sur les germes à l'état sec?* — Les expériences précédentes ne donnent de conclusions que pour les germes *en suspension* dans l'atmosphère : pour savoir ce que deviennent ceux qui sont fixés aux parois, nous avons recueilli sur une petite bourre de coton contenue dans un tube de verre stérilisé à 200° les poussières d'une quantité donnée d'air. Deux prises égales étaient faites simultanément. L'une des bourres était immédiatement répartie dans une petite quantité de gélatine nutritive placée dans un petit cristallisoir plat et large

stérilisé. La seconde bourre était soumise au préalable pendant quarante-huit heures à un courant de gaz sulfureux pur et sec. La quantité des germes qui ont poussé était plus faible après sulfuration qu'avant.

» De nos expériences, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° L'acide sulfureux gazeux a une action microbicide évidente sur les germes contenus dans l'air. 2° Cette action se manifeste surtout lorsque le milieu est saturé de vapeur d'eau. 3° L'acide sulfureux agit surtout sur les germes de bactéries. 4° L'acide sulfureux employé à l'état pur peut détruire, lorsque son action est prolongée, des germes, même à l'état sec. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 avril 1889.

Bulletin de la Société philomathique de Paris. Huitième série, tome I, n° 1 (1888-1889). Paris, au siège de la Société, 1889; br. in-8°.

Service géographique de l'armée. — Rapport sur les travaux exécutés en 1888. Paris, L. Baudoin et Cie, 1889; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, à Spa, en 1886; *par* G. Dewalque. Liège, H. Vaillant-Carmanne, 1888; br. in-8°.

Le jardin botanique de la Faculté de Médecine de Lyon et la méthode naturelle; par le Dr G. Beauvisage. Lyon, H. Georg, 1888; br. in-8°.

La course des faisceaux dans la tige du Dioscorea batatas; *par* le Dr G. Beauvisage. Lyon, H. Georg, 1888; br. in-8°.

Remarques sur la classification des fruits et la déhiscence des capsules; par le Dr G. Beauvisage. Lyon, H. Georg, 1888; br. in-8°.

Anuario del Observatorio de la Plata para el año 1889. Buenos Aires, 1889; 1 vol. in-18.

Bulletin from the laboratories of natural History of the State University of Iowa, Vol. I, n° I. Iowa city, Iowa, november 1888; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 23 AVRIL 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la capture des comètes périodiques.* Note de M. F. TISSERAND.

« 1. La plupart des comètes décrivent des paraboles, ou du moins des ellipses si allongées que, le long de l'arc restreint où nous les observons, la différence entre les deux courbes nous paraît insensible. Il existe cependant un certain nombre de comètes dont les orbites sont nettement elliptiques; il y en a notamment une quinzaine pour lesquelles la durée de révolution est assez voisine de la moitié de celle de Jupiter; des deux points où chacune d'elles perce le plan de l'orbite de Jupiter, l'un est généralement peu éloigné de la trajectoire de cette planète.

» On a été conduit naturellement à penser que les comètes de ce groupe se mouvaient d'abord dans des orbites paraboliques, et qu'elles ont passé à un moment donné très près de Jupiter, qui les aura troublées

très fortement, et finalement *capturées,* les obligeant à décrire désormais des orbites elliptiques restreintes. On peut dire que cette théorie est née à la suite des travaux de Laplace sur la comète de Lexell.

» On n'a pas donné néanmoins jusqu'ici d'indications générales sur le mécanisme de la transformation radicale que peut opérer Jupiter sur une orbite cométaire donnée; tout s'est borné à des calculs numériques relatifs aux comètes de Lexell et de Brorsen.

» J'ai cherché à combler cette lacune, et je crois être arrivé à montrer que l'action de Jupiter s'exerçant sur une comète parabolique dont les éléments ont entre eux des rapports convenables peut la transformer en une orbite elliptique analogue à l'une quelconque de celles des comètes périodiques dont j'ai parlé.

» 2. Je prends pour point de départ les recherches de Laplace (*Mécanique céleste,* Liv. IX, Chap. II). Il y a donc lieu de considérer la sphère d'activité (Σ) de Jupiter, dont le centre coïncide avec celui de la planète, et dont le rayon ρ est donné par la formule

$$\rho = r' \sqrt[5]{\tfrac{1}{2} m'^2}, \tag{1}$$

où r' désigne la distance de Jupiter au Soleil, et m' le rapport $\frac{1}{1047}$ de sa masse à celle du Soleil. A l'intérieur de (Σ), il y a avantage à considérer le mouvement de la comète comme résultant d'un mouvement elliptique ou hyperbolique autour de Jupiter, troublé par l'action du Soleil. Vu le peu de temps pendant lequel la comète reste dans l'intérieur de (Σ), on peut faire abstraction de la force perturbatrice du Soleil, et le problème peut être posé comme il suit :

» On donne les éléments elliptiques ou paraboliques d'une comète, a_0, e_0, ϖ_0, ..., au moment où elle pénètre en M_0 dans la sphère d'activité de Jupiter; il faut en déduire les éléments a_1, e_1, ϖ_1, ... de la nouvelle orbite que décrit la comète au moment où elle sort de la sphère, en M_1. On passera des premiers éléments aux seconds en les raccordant par ceux A, E, Π, ... de l'orbite relative décrite autour de Jupiter.

» 3. Je vais commencer par l'examen d'un cas particulier, qu'on peut traiter bien simplement avec le seul secours de la formule

$$v^2 = k^2\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right), \tag{2}$$

qui fait connaître la vitesse dans le mouvement elliptique. Je remarque

d'abord que la formule (1) donne

$$\frac{\rho}{r'} = 0,05393;$$

dans mes calculs numériques, j'ai pris pour simplifier $\frac{\rho}{r'} = \frac{1}{20}$. Soient, à un moment donné, S et J les positions du Soleil; M_0 un point de (Σ) tel que l'angle SJM_0 soit droit. Je suppose qu'avant d'atteindre le point M_0 l'orbite de la comète soit parabolique, et que sa vitesse v_0 en M_0 fasse un très petit angle avec le rayon M_0J.

» Dans la formule (2), on pourra prendre

$$a = \infty, \qquad r = SM_0 = SJ = r',$$

ce qui donnera

$$v_0 = \frac{k\sqrt{2}}{\sqrt{r'}} = \frac{k}{\sqrt{r'}} \times 1,414. \tag{3}$$

» Si, pour simplifier encore davantage, on fait abstraction de la petite excentricité de l'orbite de Jupiter, on aura, par la même formule, pour la vitesse v' de la planète,

$$v' = \frac{k}{\sqrt{r'}}.$$

» Si l'on considère maintenant le mouvement relatif jovicentrique, la vitesse relative V sera donnée par la formule

$$V^2 = k^2 m' \left(\frac{2}{R} - \frac{1}{A}\right),$$

dans laquelle R désigne la distance de la comète à Jupiter. On aura donc, en désignant par V_0 la vitesse relative en M_0,

$$V_0^2 = k^2 m' \left(\frac{2}{\rho} - \frac{1}{A}\right);$$

mais on a, d'autre part,

$$V_0 = v_0 - v' = k\frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{r'}}.$$

Il en résulte

$$\frac{1}{m'}(\sqrt{2} - 1)^2 \frac{\rho}{r'} = 2 - \frac{\rho}{A}.$$

» Le premier membre de cette équation a pour valeur 8, 98, ..., et l'on en conclut, à fort peu près,

$$A = -\frac{\rho}{7};$$

ce qui montre que l'orbite jovicentrique est hyperbolique. L'hyperbole s'écartera d'ailleurs très peu, d'après nos suppositions, du rayon $M_0 J$, d'un côté pendant la première moitié du mouvement, de l'autre durant la seconde. Le point de sortie M_1 sera très voisin de M_0, et la vitesse relative V_1 sera égale à V_0, lui étant presque parallèle et de sens contraire. On aura donc

$$V_1 = k\frac{1-\sqrt{2}}{\sqrt{r'}}.$$

» Il faut maintenant combiner cette vitesse V_1 avec v', pour avoir la vitesse absolue v_1 en M_1; on trouvera donc

$$(4) \qquad v_1 = k\frac{2-\sqrt{2}}{\sqrt{r'}} = k \times 0,586.$$

La comparaison des formules (3) et (4) montre que v_1 est environ les $\frac{2}{5}$ de v_0. Les formules (2) et (4) donneront, pour déterminer le demi grand axe a_1 de l'orbite elliptique de la comète après sa grande perturbation,

$$k^2\frac{(2-\sqrt{2})^2}{r'} = k^2\left(\frac{2}{r'} - \frac{1}{a_1}\right),$$

d'où

$$a_1 = r'\frac{\sqrt{2}+1}{4} = 5,20 \times \frac{2,414}{4} = 3,14;$$

c'est à peu de chose près le nombre qui convient à deux des comètes de Tempel et à celle de de Vico. Nous ferons remarquer d'ailleurs que, pour les autres comètes dont nous nous occupons, a_1 est compris entre 2,9 et 3,8 (la comète d'Encke étant toutefois exceptée). Il y a lieu de supposer qu'on pourra obtenir ces valeurs de a_1 en prenant pour le point M_0 sur (Σ) une position moins exceptionnelle que celle que nous avons adoptée précédemment. Il en résultera en même temps une augmentation des chances pour que les perturbations de Jupiter produisent le changement requis.

» 4. Je me bornerai à donner un aperçu des résultats obtenus dans

cette dernière Partie de mon travail; j'en ferai connaître prochainement les détails dans le *Bulletin astronomique*.

» Soient ρ et Θ_0 les coordonnées polaires relatives du point M_0, φ_0 l'angle formé par le rayon JM_0 avec le prolongement de SJ, H_0 l'angle que fait la vitesse relative V_0 avec le prolongement de JM_0,

$$\lambda = \frac{V_0}{k}\sqrt{r'}, \qquad \beta = \frac{1}{m'}\frac{\rho}{r'} = 52,35; \tag{5}$$

je suis arrivé à montrer qu'on peut prendre, dans une première approximation,

$$a_1 = \frac{r'}{4S}, \tag{6}$$

où l'on a

$$S = \lambda \cos H_0 \frac{\sin\varphi_0 \cos(\Theta_0 - \Pi) + \cos\varphi_0 \sin(\Theta_0 - \Pi)}{E}. \tag{7}$$

E et Π, l'excentricité et la longitude du périjove, sont donnés par les formules

$$\left\{\begin{aligned} E \sin(\Theta_0 - \Pi) &= \beta\lambda^2 \sin H_0 \cos H_0, \\ E \cos(\Theta_0 - \Pi) &= \beta\lambda^2 \sin^2 H_0 - 1. \end{aligned}\right. \tag{8}$$

» On tire de (7) et (8)

$$S = -\lambda \cos H_0 \frac{(1 - \beta\lambda^2 \sin^2 H_0)\sin\varphi_0 - \beta\lambda^2 \sin H_0 \cos H_0 \cos\varphi_0}{1 + \beta^2\lambda^4\left(1 - \frac{2}{\beta\lambda^2}\right)\sin^2 H_0}. \tag{9}$$

Si l'on représente par $90° + \sigma'$ l'angle qui fait la vitesse absolue v_0 avec le prolongement de SJ, on a, d'autre part,

$$\left\{\begin{aligned} \lambda \sin\varphi_0 &= -(\sqrt{2}\cos\sigma' - 1)\cos H_0 - \sqrt{2}\sin\sigma' \sin H_0, \\ \lambda \cos\varphi_0 &= -\sqrt{2}\sin\sigma' \cos H_0 + (\sqrt{2}\cos\sigma' - 1)\sin H_0, \\ \lambda^2 &= 3 - 2\sqrt{2}\cos\sigma'. \end{aligned}\right. \tag{10}$$

» Si l'on veut obtenir pour a_1 une valeur comprise entre 2,9 et 3,8, il faut que S ait des valeurs variant entre 0,34 et 0,45; $\beta\lambda^2$ est au moins égal à

$$52,35(3 - 2\sqrt{2}) = 9 \text{ environ.}$$

» En se reportant à la formule (9), on voit que $\sin^2 H_0$ devra rester assez petit. J'ai pu remplacer finalement cette formule par la suivante

$$(11) \qquad S = \frac{\sqrt{2}\cos\sigma' - 1 + u\sqrt{2}\sin\sigma'}{1 + u^2},$$

où j'ai fait

$$(12) \qquad u = \beta\lambda^2 \sqrt{1 - \frac{2}{\beta\lambda^2}\sin H_0}.$$

» La solution simple donnée au commencement de cette Note correspond à $u = 0$ et $\sigma' = 0$. L'expression (11) contient deux paramètres arbitraires σ' et u; le maximum de S est $\frac{1}{2}$; on l'obtient pour $\sigma' = 45^\circ$ et $u = 1$. J'ai trouvé enfin que, pour obtenir la valeur de e_1, on peut prendre dans la première approximation

$$(13) \qquad \sqrt{1 - e_1^2} = 2\sqrt{S}\,(\sqrt{2}\cos\sigma' - 2S).$$

» Quand on se donne a_1 et e_1, l'équation (6) fait connaître S, après quoi la formule (13) donnera σ'; il faudra que la valeur obtenue pour $\cos\sigma'$ soit inférieure à l'unité. Il en résulte une limite inférieure au-dessous de laquelle e_1 ne doit pas tomber. Voici quelques valeurs numériques de cette limite, en regard des valeurs correspondantes de a_1 :

$a_1 = 3,0$ on doit avoir $e_1 > 0,693$,
$a_1 = 3,2$ » $e_1 > 0,642$,
$a_1 = 3,4$ » $e_1 > 0,596$,
$a_1 = 3,6$ » $e_1 > 0,555$,
$a_1 = 3,8$ » $e_1 > 0,520$.

» Les formules (10), (11) et (12) donneront ensuite u, H_0 et φ_0. Les résultats précédents seront un peu modifiés quand on tiendra compte des termes négligés. Je ferai remarquer en terminant que, dans la réalité, les choses ne se passeront pas exactement comme je l'ai supposé dans cette Note; en ce sens que, lorsque la comète pénétrera dans la sphère d'activité, son orbite aura déjà cessé d'être parabolique, en vertu des perturbations de Jupiter. Mais il est facile de modifier mes formules pour avoir égard à cette particularité. »

ACOUSTIQUE. — *Sur le phonographe de M.* Edison. Note de M. J. **Janssen**.

« Au Congrès que l'Association britannique pour l'avancement des Sciences tenait à Bath, en septembre dernier, j'ai eu l'occasion d'entendre et d'employer le nouveau phonographe de M. Edison ([1]).

» Les perfectionnements de l'appareil me parurent si remarquables que j'engageai le représentant de M. Edison, M. le colonel Gouraud, à présenter le phonographe à l'Académie.

» Mais le désir de montrer l'appareil avec les derniers perfectionnements que l'inventeur y a apportés tout récemment en a fait retarder la présentation.

» M. Edison a exprimé à son représentant le désir que j'accompagne cette présentation de quelques mots d'explication, ce que je fais très volontiers.

» Les perfectionnements apportés au nouveau phonographe portent principalement sur trois points.

» Tout d'abord, l'organe unique destiné à produire, sous l'influence de la voix ou des instruments, les impressions sur le cylindre et à reproduire ensuite les sons par l'action du cylindre, a été dédoublé.

» Ce dédoublement me paraît très heureux et très important. Il a permis d'approprier d'une manière beaucoup plus précise l'organe à la fonction spéciale qu'il doit remplir.

» Ainsi, dans le nouvel appareil, l'inscription de la membrane vibrante se fait au moyen d'un style dont la pointe est façonnée de manière à entamer et couper la matière assez ductile et de consistance bien appropriée qui forme les nouveaux cylindres.

» Il résulte de cette action du style inscripteur un copeau d'une délicatesse extrême et sur le cylindre un sillon qui traduit les mouvements les plus délicats de la membrane vibrant sous l'action du son générateur.

([1]) A la prière de M. le colonel Gouraud, j'ai envoyé un phonogramme à M. Edison. Ce *phonogramme* a été le suivant : « Le problème de reproduire artificiellement la voix humaine est un des plus étonnants de ceux que l'homme ait pu se proposer. Le génie de M. Edison nous en donne la solution et son nom sera béni de tous ceux qui pourront entendre encore la voix aimée de ceux qu'ils auront perdus. C'est la première voix française qui, sous cette forme si nouvelle, traversa l'Atlantique. »

» Si le style inscripteur a été construit de manière à produire un sillon traduisant aussi rigoureusement que possible les mouvements de la membrane vibrante, le style et la membrane reproducteurs du son ont été combinés au contraire pour recevoir de ce sillon leurs mouvements vibratoires sans altérer celui-ci, et M. Edison a si bien atteint ce but qu'on peut reproduire un nombre presque illimité de fois la parole inscrite sans altération sensible.

Ce sont précisément les organes dont je viens de parler qui ont reçu les perfectionnements récents auxquels je faisais allusion en commençant. Je ne me crois pas autorisé à entrer à leur égard dans plus de détails.

» La substitution à la feuille d'étain d'une matière plastique, qui se laisse découper avec une grande précision et sans exiger d'effort appréciable, est aussi fort heureuse.

» Le troisième perfectionnement très important regarde les mouvements. Dans l'ancien appareil, c'était le cylindre inscripteur qui se déplaçait; dans le nouveau, c'est le petit appareil qui porte les membranes et les styles. Le mouvement est donné par l'électricité. Un régulateur à boules muni d'un frein permet d'obtenir des vitesses variables et, par suite, une émission des sons plus ou moins rapide. Mais dans tous les cas l'appareil est construit d'une manière si parfaite qu'on peut rapidement mettre en accord le mouvement de translation des styles et celui de rotation du cylindre, accord qui doit être rigoureux pour la bonne émission des sons et la conservation des cylindres qui portent les inscriptions.

» Ainsi l'on peut ralentir ou précipiter l'émission des sons ou l'interrompre et la reprendre à tel point qu'on veut ou encore recommencer l'émission tout entière autant de fois qu'on le désire.

» Le phonographe paraît surtout apte à reproduire avec une perfection surprenante les sons aigus; cependant je dois reconnaître que les sons de la voix d'une tonalité assez basse ont été très bien reproduits.

» Il ne faut pas perdre de vue que M. Edison a cherché, dans son nouvel instrument, à obtenir la perfection dans la reproduction des sons et non leur puissance : aussi doit-on toujours se servir des tuyaux acoustiques pour obtenir une bonne audition du phonographe.

» Il est très intéressant de constater que le phonographe vibrant peut non seulement enregistrer tous les sons de l'échelle musicale et ceux qui sont amenés par le parler des diverses langues, mais encore les sons de tout un orchestre qui se présentent simultanément à l'inscription. Il y a là une constatation du plus haut intérêt au point de vue théorique, car elle

nous révèle les merveilleuses propriétés des membranes élastiques. Il faut reconnaître que le téléphone nous avait déjà grandement instruit à cet égard.

» Je suis persuadé que, indépendamment des usages que le nouvel instrument recevra et qui se multiplieront au delà même de ce que nous pouvons prévoir aujourd'hui, le phonographe deviendra le point de départ d'importantes études théoriques d'Acoustique et de Mécanique moléculaire.

» C'est donc un beau problème que M. Edison a résolu, et tous les amis du Progrès et de la Science lui doivent un tribut d'admiration et de reconnaissance. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Mémoire sur les dommages causés à l'Agriculture par le hanneton et sa larve; mesures prises pour la destruction de cet insecte; suites et résultats;* par M. **J. Reiset.**

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie dès l'année 1867 [1], j'exposais les dommages causés à notre Agriculture par le hanneton et sa larve et j'indiquais les mesures que nous venions de prendre pour la destruction de cet insecte si redoutable.

» Après des observations poursuivies pendant vingt-deux ans, je crois utile de faire connaître quels sont les résultats obtenus.

» En ce qui concerne mon exploitation rurale, qui s'étend maintenant sur une superficie totale de 190^{ha}, j'ai la satisfaction de pouvoir déclarer aujourd'hui que, depuis 1871, mes récoltes successives, sur 162^{ha} de terres en labour, n'ont éprouvé aucun préjudice sérieux qui puisse être attribué aux *mans* ou *vers blancs*, larves du hanneton; et cependant, en consultant nos comptes pour les années 1866 et 1867, nos dommages se chiffraient alors par des pertes énormes : les résultats de ces deux campagnes étaient vraiment désastreux !

» Il est vrai que, pendant l'espace de six ans, nous avions poursuivi à outrance la destruction des hannetons et des mans, en suivant les indications contenues dans mon premier Mémoire.

» Voilà l'explication d'une amélioration si avantageuse que je suis heureux de signaler. Je dois ajouter, d'après mes renseignements personnels, que dans notre contrée, partout où les mesures de destruction ont été pratiquées avec persévérance, le mal a, pour ainsi dire, disparu.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXV, p. 1125.

» Comme renseignement qui a sa valeur, je dirai encore que, depuis 1871, aucune dépense n'a été inscrite dans mes comptes, pour destruction des hannetons et des mans; je trouve beaucoup de difficultés à me procurer, maintenant, quelques décalitres de hannetons pour expériences, alors que se produit la grande levée, qui n'a lieu que tous les trois ans.

» Quelle meilleure réponse pouvons-nous faire aux critiques fâcheux qui ne craignaient pas de provoquer le découragement, dès le commencement de l'entreprise, en disant que l'on voulait soutenir une lutte, bien coûteuse et stérile, contre l'*innombrable!*

» Toutefois, le Conseil général de la Seine-Inférieure n'a pas hésité à inscrire dans son budget des crédits importants destinés au payement de primes pour la destruction des hannetons et des mans.

» Le montant de ces primes était ainsi fixé : 10^{fr} pour 100^{kg} de mans; 8^{fr} pour 100^{kg} de hannetons livrés aux Commissions locales.

» Je donne, comme un document curieux et instructif, le compte total des primes payées, dans la Seine-Inférieure, depuis le 31 août 1866 jusqu'au 31 août 1870 :

Années.	Montant des primes payées.	
	Mans.	Hannetons.
	fr	fr
Du 31 août 1866 au 31 août 1867	39 016,83	»
Du 31 août 1867 au 31 août 1868	1 554,12	62 436,52
Du 31 août 1868 au 31 août 1869	2 668,12	»
Du 31 août 1869 au 31 août 1870	99 163,21	»
	142 402,28	62 436,52
Total	$204\,838^{fr},80$	

» Les sommes inscrites dans ce Tableau correspondent à une destruction de : $1\,424\,000^{kg}$ pour les mans; $780\,456^{kg}$ pour les hannetons.

» Or, nous avons trouvé :

Poids moyen d'un hanneton	$0^{gr},9$
Poids moyen d'un man adulte	$2^{gr},2$
Poids de 1^{hlit} de hannetons	$40^{kg},5$
Poids de 1^{hlit} de mans, très tassés	100^{kg}

	Dans 1^{kg}.	Dans 1^{lit}.
Hannetons	1111	460
Mans	454	410

» On constate, par le calcul, un *grand massacre* de l'insecte nuisible; savoir : hannetons, 867 173 000; mans, 647 000 000.

» Admettant que la moitié de ces insectes, *à l'état de femelles,* puisse pondre et mener à bien environ quarante œufs, tous les trois ans, nous espérons que les amateurs de statistique nous féliciteront sur les premiers résultats obtenus dans cette lutte entreprise contre l'innombrable.

» On devrait ajouter, aux chiffres ci-dessus indiqués, les nombreux insectes ramassés par les personnes qui n'ont pas réclamé le payement de la prime; et la destruction, plus considérable encore et très économique, faite, pendant la culture des terres, par l'emploi rationnel de l'extirpateur et de la herse, alors que les larves se présentent, à fleur de terre.

» Après l'année 1871, la guerre et les lourdes charges qu'elle imposait n'avaient plus permis de continuer la subvention départementale; mais nos populations rurales avaient bien compris leurs devoirs et leurs intérêts, en poursuivant l'insecte nuisible sous toutes ses formes; ces efforts devaient être encouragés et soutenus : le Conseil général de la Seine-Inférieure l'a très bien compris, tout dernièrement encore. Dans une session extraordinaire, convoquée sur l'initiative du Préfet, un crédit de 30 000^{fr} a été voté afin de combattre la levée de hannetons, prévue et signalée, pour le printemps de 1889; toutes les mesures administratives, adoptées en 1866, ont été confirmées et seront mises en pratique pendant la campagne.

» Espérons donc que cette nouvelle chasse aux hannetons, poursuivie partout avec entrain, amènera encore une destruction considérable.

» Nous voudrions pouvoir faire partager notre conviction que le hanneton, malgré ses puissants moyens de locomotion dans l'air, est un insecte très sédentaire qui se cantonne volontiers dans les endroits où il trouve sa nourriture; son vol reste lourd, mal dirigé; cependant, il peut arriver que la légion ailée, mise en mouvement et entraînée par un ouragan, soit transportée assez loin des plaines où elle a pris naissance.

» C'est ainsi que s'expliquerait un fait observé parfois sur les bords de la mer : on remarque, avec étonnement, de petites bandes de hannetons déposés sur la rive. Ces insectes ont dû périr au large, emportés par le coup de vent, puis sont ramenés à la marée montante.

» On comprend donc qu'après un bouleversement atmosphérique la *colonie* se trouve dispersée et subisse, dans certains cas, un grand déplacement; mais il faut se rappeler que la vie ailée de l'insecte dure à peine six semaines; et au moment même de l'accouplement, le hanneton reste inerte, suspendu aux arbres, ou tombe lourdement sur le sol. Enfin on a

pu constater que, presque toujours, les mêmes terrains, bien exposés, sont recherchés par les femelles pour y déposer leurs œufs. Je remarque que la chasse aux hannetons a le privilège de passionner tout particulièrement, cette année, le monde des agriculteurs. Nous ne pouvons qu'applaudir à cette tendance, qui succède à une indifférence trop longtemps prolongée; elle produira assurément d'utiles et profitables résultats.

» Mais, après le *hannetonage*, l'insecte devra être poursuivi à l'état de larve, ainsi que je l'ai indiqué dans ma première Communication. Cette destruction, qui rend un service *immédiat* au cultivateur, en nettoyant sa terre, peut se faire d'une manière très pratique, pendant les labours et les diverses opérations de la culture ordinaire d'une exploitation.

» Les métamorphoses du Hanneton et de sa larve ont été parfaitement étudiées par de savants entomologistes ([1]). En lisant le beau Livre publié par notre Confrère M. Blanchard, on se trouve charmé par le style de l'auteur et par la représentation si fidèle, au moyen de gravures très soignées, des curieux phénomènes décrits.

» En tenant compte des évolutions de la larve dans le sol et des profondeurs qu'elle peut atteindre pour s'abriter, nous pouvons établir dès maintenant, pour une période de trois ans, à commencer au printemps de 1889 les phénomènes biologiques qui seront accomplis par les insectes échappés cette année au hannetonage.

» Un *Calendrier* spécial, en projet, devrait être utilement publié en faveur du *Bon Cultivateur* qui voudrait chercher des indications pour affranchir sa terre du trop lourd tribut qu'elle paye aux ravages de l'insecte.

» Ce *Calendrier* serait présenté, à peu près, sous cette forme :

Année 1889.

» Une levée de hannetons signalée pour le printemps de cette année sera complète dans les premiers jours de mai, si le temps est favorable.

» *Dommages.* — La première pousse des chênes, des hêtres, des bouleaux, des peupliers sera bientôt dévorée, si la levée est nombreuse. Mais la sève d'août doit réparer facilement ces dommages.

» L'accouplement des insectes a lieu vers le 20 mai.

» *Mesures à prendre.* — Le *hannetonage* doit être poursuivi, sans relâche, de-

---

([1]) Strauss Ratzeburg, *Die Forstinsekten.* Berlin, 1837.

F.-A. Pouchet, Correspondant de l'Institut de France, *Histoire naturelle et agricole du Hanneton et de sa larve.* Rouen, 1853. — Émile Blanchard, Membre de l'Institut, *Métamorphoses, mœurs et instincts des Insectes.* Paris, 1868.

puis le 1er mai jusqu'au 15 juin, au plus tard; à cette époque, beaucoup de mâles sont déjà trouvés morts sur le sol, et les femelles fécondées ont regagné les *bons endroits* pour déposer leurs œufs.

» L'éclosion de ces œufs (au nombre de 40 environ par femelle) est certainement terminée avant la fin de juillet; les jeunes vers blancs sont déjà très visibles en septembre et se trouvent presque à fleur de terre. Une grande destruction doit être faite alors très utilement, en employant les extirpateurs et les herses; cette opération est urgente, avant de repiquer les colzas, en octobre, et avant de semer les blés.

» Au mois d'octobre, le jeune ver blanc commence à s'enfoncer en terre; en novembre, il est à l'abri; pendant l'hiver son *habitat*, en profondeur, varie de $0^m,35$ à $0^m,60$ au-dessous du sol.

» Poids de 10 mans de six mois, ensemble $4^{gr},450$; longueur de l'insecte, 1^{cm}.

Année 1890.

» Au printemps, les larves commencent leurs ravages et se développent pendant plus de six mois, au détriment de toutes les cultures les mieux soignées

» Malheur à ceux qui n'auront pas tenu compte de nos indications pour nettoyer les terres qui devaient porter les colzas et les blés, au printemps de 1890!

» *Mesures à prendre*. — Les cultures données à la terre en février et mars, pour les céréales de printemps et les racines, ne peuvent généralement mettre à découvert les larves qui ne remontent que lentement du fond vers la surface. Une fouille pratiquée alors peut donc seule indiquer le nombre des insectes qui resteront au-dessous du labour et, si ce nombre est grand, le laboureur intelligent n'hésitera pas à attendre quelques semaines, afin d'avoir la possibilité d'atteindre un ennemi qui ne manquerait pas de choisir le moment propice pour ravager la récolte, confiée trop tôt à la terre.

» Dans certaines conditions de température, dès les premiers jours d'avril, nous avons pu atteindre la couche des mans avec un labour de $0^m,18$ à $0^m,20$; à la fin de ce même mois, le labour était encore moins profond pour mettre à fleur de terre le plus grand nombre possible de mans à ramasser. Employer là herse et l'extirpateur, au mois de septembre, sur les terres qui devront porter colza ou blé.

Année 1891.

» Au printemps, le man est adulte; il atteindra bientôt le poids de 2^{gr}. En mars et avril, la charrue mettra à découvert les mans qui remontent à la surface. Cependant des fouilles sont encore nécessaires pour régler la profondeur du labour et diriger le travail du cultivateur, qui prendra le soin de faire ramasser les vers blancs, dans la terre.

» La larve, très vorace, causera encore beaucoup de *dommages* jusqu'au mois de juin; à cette époque, elle gagne la profondeur de $0^m,35$ pour se transformer en *nymphe* ou *chrysalide*. Cette transformation se trouve terminée vers le 30 juillet (une fouille ouverte, le 19 août 1867, nous a donné 111 chrysalides et un seul man).

» Enfin, dans les labours profonds faits au mois d'octobre, on remarque des hannetons, déjà très vivaces; et le 13 décembre 1867, on compte, dans une fouille de 3^m de superficie, 118 hannetons parfaitement en vie et tout prêts à s'envoler.

Année 1892.

» Levée des hannetons en avril et mai, suivant la température.

» Les évolutions et les métamorphoses de l'insecte, pendant le cycle de trois années, sont exactement présentées dans ce *Calendrier*.

» Depuis vingt-trois ans j'observe ces métamorphoses dans nos campagnes, et je trouve que la levée des hannetons s'est faite très régulièrement tous les trois ans : vers la fin d'avril des années 1865, 1868, 1871, 1874, 1877, 1880, 1883, 1886 et 1889.

» De nombreuses fouilles, ouvertes au moment où s'opéraient les métamorphoses, ont montré que l'insecte est bien rarement troublé dans ses habitudes : c'est ainsi qu'une grande levée de hannetons qui a eu lieu, au printemps de 1874, sur le domaine de Motteville a pu être signalée dès le 30 juillet 1873; dans une fouille de 3^{m} (en superficie), sous un beau gazon, on a trouvé 148 chrysalides, entre $0^{m},30$ et $0^{m},45$ de profondeur; pas un seul ver blanc *retardataire*.

» J'ai encore à signaler plusieurs faits très curieux, qui prouvent que le hanneton peut *suspendre*, pendant plus ou moins de temps, ses fonctions respiratoires, sans que *mort* s'ensuive.

» On a choisi 10 hannetons bien vivants, pesant ensemble $8^{gr},7$, parmi les 118 insectes trouvés, le 16 décembre 1867, dans une fouille faite à $0^{m},35$ de profondeur; ces 10 hannetons, apportés au laboratoire, ont refusé toute nourriture (feuilles de laitue); ils sont restés ainsi pendant une heure hors de terre, puis on les a placés, un à un, dans un grand pot à fleur rempli de terre; un pavé ferme l'orifice du vase, qui est enfoui et abandonné, en pleine terre, sous une couche de $0^{m},40$; après 150 jours, le 13 mai 1868, on délivre tardivement les reclus : 6 hannetons sont retrouvés vivants, contre les parois du pavé, qui sert de couvercle; 4 autres sont morts à peu près à la place où on les avait déposés. Les 6 hannetons mis à l'air prennent aussitôt leur vol.

» *Autres observations*. — 1° 50 hannetons, recueillis au mois de mai, sont placés dans le vide, sous la cloche de la machine pneumatique (pression réduite à $0^{m},010$). Après dix minutes, les insectes paraissent *tous morts* et sans mouvements, au moment où on les recueille; exposés au soleil, pendant un quart d'heure, *tous* se sont ranimés et envolés.

» 2° 39 hannetons sur 50 se sont envolés, après douze heures de séjour dans une atmosphère n'ayant plus que 15^{mm} de pression.

» 3° Après huit heures de séjour dans ces mêmes conditions, on trouve seulement 6 morts sur 50 insectes.

» Ces faits me présentaient d'autant plus d'intérêt que, pendant leur respiration normale, les hannetons consomment à peu près autant d'oxygène, à poids égaux, que les lapins, les chiens et les poules.

» Telles sont les conclusions des *Recherches* de MM. Regnault et Reiset (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, p. 484).

» *Le poids de l'oxygène consommé, en une heure, par* 1^{kg} *de hannetons s'est élevé, en moyenne, à* 1^{gr},019.

» L'asphyxie et la mort des hannetons par submersion dans l'eau ne sont bien constatées qu'après cinq jours écoulés. Si l'on veut opérer cette *noyade*, les insectes devront rester enfermés dans des sacs maintenus au fond de l'eau, pendant tout ce temps. On voit que de sérieuses difficultés se présentent quand on doit faire périr, en peu de temps, une certaine masse de ces insectes, qui ont une force de résistance surprenante.

» Toutefois, nous avons trouvé que la *naphtaline* peut rendre les plus grands services en certaines circonstances : ce produit est un véritable *poison* pour les hannetons (1).

» En terminant, je tiens à remercier ici notre cher et savant Confrère M. Blanchard, pour les encouragements qu'il a bien voulu nous donner dans son *Livre*, et, plus récemment encore, dans le Rapport qu'il présentait à la *Société nationale d'Agriculture*, sur la loi relative au hannetonage et à l'échenillage. »

MÉMOIRES LUS.

ACOUSTIQUE. — *Perfectionnements apportés au phonographe de M.* Edison. Note de M. **Gouraud** (2).

« Mon premier devoir, Monsieur le Président, est de vous remercier de l'honneur que vous m'avez fait en me permettant de présenter, pour la

---

(1) Je conseille d'opérer ainsi pour la destruction par la *naphtaline :*

Dans une futaille, qui devra avoir un couvercle mobile, mélanger 50^{kg} de hannetons, couches par couches, avec 5^{kg} ou 6^{kg} de naphtaline. Quand la dose est suffisante, la mort des insectes survient très rapidement. Ce produit brut est fourni, au prix de 6^{fr} à 8^{fr} pour 100^{kg}, par la Compagnie parisienne du Gaz.

(2) Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

première fois en France, devant l'Académie des Sciences, la dernière production du génie de mon compatriote et collègue M. Edison.

» Français d'origine, et considérant que mon père avait été le premier à recevoir en Amérique, de M. Daguerre, la photographie des formes humaines, je me figure le plaisir qu'il aurait éprouvé à me voir introduire, d'Amérique en France, la photographie de la voix. Vous me pardonnerez donc l'ambition que j'ai eue, après avoir reçu en Angleterre le premier phonographe perfectionné, d'avoir pensé que le pays qui a vu naître l'art de la Photographie devait être le premier à recevoir de moi cet instrument merveilleux.

» Le phonographe perfectionné enregistre et répète tout, non seulement avec la plus grande précision, mais sans jamais faire d'erreurs, et apparemment autant de fois que l'on veut. Un de vos plus célèbres compositeurs, maître Gounod, s'écria, après avoir entendu le phonographe répéter son *Ave Maria*, qu'il avait chanté en s'accompagnant lui-même : « Que je suis heureux de n'avoir pas fait de fautes! Comme c'est fidèle! » mais c'est la fidélité sans rancune ; et qu'est-ce qui accomplit tout ceci? » Quelques petits morceaux de bois, de fer et de cire, et de ces petits » riens qui, en apparence insignifiants, comme dans toutes les grandes inventions, en sont pour ainsi dire l'âme et la partie essentielle, et surtout » le génie de l'homme qui l'a inventé. »

» Le phonographe est encore dans son enfance ; il est né il y a dix ans, et, comme vous vous le rappelez, vous fut présenté dans toutes ses imperfections par votre honorable et bien regretté Collègue, M. le comte du Moncel. C'est une coïncidence de bon augure que le phonographe sorte de son obscurité à une époque si intéressante pour la France.

» Le phonographe actuel peut répéter non seulement des discours dans toutes les langues, mais encore le chant, la musique et même celle d'un orchestre complet.

» C'est un fait remarquable que cet instrument, qui fut tout d'abord reçu avec une très grande incrédulité, qui se changea bientôt en admiration générale, et qui avait dû occuper l'esprit des inventeurs de presque toutes les nations, ne fut perfectionné que lorsque son inventeur s'en occupa de nouveau. Edison n'avait pas abandonné son phonographe qui, sous sa première forme, n'était qu'un objet de curiosité, ne répétant qu'un petit nombre de fois, et les répétitions devenant plus faibles et moins exactes à chaque reproduction.

» Pendant ces dix années, dans ses loisirs, il aimait à reprendre son travail, mais il ne le reprit sérieusement qu'il y a deux ans. Le bruit se

répandit bientôt qu'il était parvenu à reproduire fidèlement les sons de la voix humaine, et de la musique, et, lorsque, pour la première fois, il y a quelques mois, j'entendis chez moi, en Angleterre, par l'intermédiaire du phonographe, la voix d'Edison avec toutes ses inflexions, vous pouvez vous imaginer le plaisir que ma famille et moi nous éprouvâmes.

» Dans cette première lettre parlante, on entendit Edison, comme s'il était assis devant nous, parlant, toussant, riant et finissant sa lettre, en exprimant le plaisir qu'il aurait à entendre ma voix, au lieu de se fatiguer à lire ma mauvaise écriture. Par la même poste, on entendit aussi des morceaux de musique qui avaient été joués en Amérique, le son des bruits de son laboratoire, tels que le bruit du marteau sur l'enclume, celui de la lime sur le fer, et finissant par les hourras poussés par les ouvriers en l'honneur du départ de la première voix qui se mettait en voyage. Tous ces sons étaient si clairs et distincts que l'on pouvait se passer de la voix d'Edison annonçant leur origine.

» Je lui accusai réception de ce merveilleux cadeau et lui envoyai mes félicitations de ma propre voix (ce fut donc la première qui fut envoyée d'Europe en Amérique), puis se succédèrent les félicitations d'un très grand nombre d'hommes distingués dans les Arts et les Sciences en Angleterre, le remerciant tous du don inappréciable qu'il venait de faire à l'humanité.

» Déjà la France a suivi l'exemple de l'Angleterre, car votre ancien Président, M. Janssen, a été le premier qui ait fait entendre la langue française dans le laboratoire d'Edison au moyen du phonographe.

» Quelle meilleure idée puis-je vous donner de son utilité qu'en vous disant que je m'en sers tous les jours comme d'un sténographe dictant ma réponse à mes lettres, lorsque je les lis, et la repassant à mon employé qui, à son loisir, transcrit ce qu'il entend et n'a besoin que de savoir écrire convenablement! Ce que je fais tous les jours, tout le monde peut le faire facilement, quelle que soit sa nationalité.

» On peut donc affirmer, sans crainte d'être contredit, que, quoique jeune et susceptible d'être encore perfectionné par le génie de son inventeur, le phonographe d'aujourd'hui est un instrument pratique et capable de rendre de grands services à tout le monde.

» Vous avez aujourd'hui l'appareil avec ses améliorations les plus récentes; quelques-unes même ont été réalisées en vue de cette séance, et les organes me sont parvenus à Paris il y a deux jours. C'est donc leur première apparition en Europe.

» Je vous ai apporté aussi, pour vous mettre à même de faire une comparaison, non seulement l'appareil que vous connaissiez il y a dix ans, mais, ce qui est encore plus intéressant, le véritable instrument, tout grossier qu'il est, qui, le premier, permit à Edison d'entendre sa propre voix, et qu'il laissa de côté aussitôt qu'il eut démontré la possibilité de reproduire la voix humaine.

» Je ne puis les énumérer tous. Je ne vous donnerai donc qu'un aperçu de l'emploi que l'on peut faire du phonographe.

» 1° On peut dicter la correspondance et la faire transcrire à loisir par un employé; on peut la faire transcrire par la machine à écrire ou la faire imprimer directement, ce qui a déjà été fait en Angleterre et en Amérique.

» 2° On peut transmettre sa voix par la poste au moyen du phonogramme. La voix de celui qui parle s'entend avec ses propres inflexions.

» 3° Les hommes d'État, les avocats, les prédicateurs et l'orateur peuvent étudier leurs discours, ayant l'avantage inappréciable d'enregistrer leurs idées au fur et à mesure qu'elles se présentent, avec une rapidité que l'articulation seule peut égaler; ils peuvent surtout s'entendre parler comme les autres les entendent. Les acteurs, les chanteurs peuvent répéter leurs rôles, afin de corriger leur articulation et leur prononciation.

» Les journalistes peuvent parler, au lieu d'écrire, leurs articles qui peuvent être imprimés directement. La voix des hommes célèbres peut être conservée indéfiniment aussi bien que les derniers adieux d'un mourant ou les paroles d'un parent que l'on aime.

» J'ajouterai ici le récit d'une expérience très intéressante.

» A New-York on parla et on fit de la musique, et les paroles et la musique furent entendues dans une salle à Philadelphie par une audience nombreuse, la distance étant de 140^{km}.

» Voici comment se fit l'expérience :

» On parla à New-York dans le phonographe, celui-ci répéta dans le téléphone, qui, au moyen de son transmetteur à charbon, le transmit à un *motographe* récepteur qui répéta à haute voix sur un autre phonographe à Philadelphie. Ce dernier répéta dans un second transmetteur à charbon à un second *motographe* récepteur qui enfin reproduisit à haute voix tout ce qui avait été enregistré devant un grand nombre de personnes à Philadelphie, à l'Institut Franklin, dont la réputation est connue du monde entier.

» Dans cette expérience merveilleuse on se servit de trois des plus

remarquables inventions de M. Edison : son téléphone à transmetteur à charbon, son téléphone motographe et son phonographe.

» Cette expérience avait été faite par un des ingénieurs les plus habiles du laboratoire de M. Edison, M. Hammer, que j'ai l'honneur de vous présenter et qui dirige à l'Exposition l'installation des nombreuses inventions de M. Edison.

J'ai l'honneur de déposer entre vos mains un diagramme qui se rapporte à cette opération intéressante. Cette boîte contient le phonogramme qui, à Philadelphie, enregistra et reproduisit les sons et la musique que l'on avait fait entendre à New-York.

» Votre honorable ex-président, M. Janssen, a bien voulu se charger de la partie scientifique qui se rapporte au phonographe, et vous expliquer les différences importantes qui existent entre le premier et celui d'aujourd'hui [1]. C'est le plus grand honneur qu'il pouvait faire à M. Edison et c'est en son nom que je lui adresse d'avance mes plus chaleureux remerciements. »

Après cette lecture, M. le colonel Gouraud donne à l'Académie l'audition phonographique du programme suivant :

PAROLES. — Paroles de M. Janssen, ex-président de l'Académie, adressées à M. Edison; paroles de M. Berger au même; messages des correspondants de quelques journaux français à Londres, adressés à leur éditeur.

Quelques mots dans les langues suivantes :

Français, anglais, espagnol, italien, hollandais, grec, latin, syriaque, turc, hébreu, arabe.

MUSIQUE. — La *Marseillaise*, jouée par la musique militaire des gardes de la reine; *Hail Columbia*, jouée par la musique militaire des gardes de la reine; *Marche du régiment;* duo de piano et cornet à piston, musique de Gounod; duo de cornets à piston; *Ave Maria*, de Gounod, chanté et accompagné par lui-même.

M. **Gouraud** dépose sur le Bureau, pour la Bibliothèque de l'Institut, un dessin figurant la disposition des appareils de transmission dans l'expérience téléphonographique réalisée entre New-York et Philadelphie.

M. le **Président** remercie M. le colonel Gouraud de son intéressante

---

[1] Voir plus haut, p. 833.

Communication et prononce devant le phonographe, pour être transmises à M. Edison, les paroles suivantes :

« M. le Président et les Membres de l'Académie des Sciences adressent leurs félicitations à M. Edison pour les nouveaux perfectionnements qu'il a apportés à son phonographe et espèrent le voir bientôt à Paris, à l'occasion de l'Exposition universelle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alf. Bazin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les collisions en mer et la construction des forts des ports de guerre ».

(Renvoi à la Commission chargée d'examiner les moyens proposés pour éviter les collisions en mer.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de MM. *Ph. Van Tieghem* et *H. Douliot*, ayant pour titre : « Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires ».

2° Une liste chronologique des travaux de *Gay-Lussac*, adressée par la Société Gay-Lussac de Limoges.

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle comète Barnard (1889 mars 31), faite à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par M[lle] **D. Klumpke**. Communiquée par M. Mouchez.

Date. 1889.	Étoile de comparaison.	Gr.	✶ — ⋆. Ascension droite.	✶ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Avril 19. . . .	Anonyme.	10	$+0^m 16^s,60$	$+2'6'',47$	8:8

Position de l'étoile de comparaison.

Date. 1889.	Étoile.	Ascension droite moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Avril 19...	Anonyme.	$5^h 9^m 50^s,89$	$-1^s,10$	$+15°27'22'',7$	$-5'',5$	(1)

(1) La position de l'étoile de comparaison a été déterminée par M. Bigourdan à l'équatorial de la tour de l'Ouest.

Position apparente de la comète.

Date 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Avril 19.......	8h51m48s	5h10m6s,40	$\bar{1}$,603	+15°29′23″,7	0,794

» La comète présente l'aspect d'une nébulosité très faible avec centre de condensation. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Barnard a 1889 (1889 mars 31), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1889.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	✶ — ⋆. Ascension droite.	✶ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Avril. 18...............	*a* Anonyme.	10	+0.36,53	+4.0,0	10.10
19...............	*a* »	10	+0.16,36	+2.8,4	8.8
19...............	*a* »	10	+0.16,17	+2.6,9	8.8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1889.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1889,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1889,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril. 18.	*a*	5. 9.50,89	−1,09	+15.27.22,7	−5,5	Rapportée à *b*
19.	*a*	5. 9.50,89	−1,10	+15.27.22,7	−5,5	»
	b	5.13.17,17	»	+15.40. 9,5	»	W_2 (311-312)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril. 18	8.49.25	5.10.26,33	$\bar{1}$,586	+15.31.17,2	0,790
19	8.37.37	5.10. 6,15	$\bar{1}$,580	+15.29.25,6	0,789
19	8.48.50	5.10. 5,96	$\bar{1}$,590	+15.29.24,1	0,789

» *Remarques.* — L'étoile anonyme a été rapportée, avec l'équatorial,

à 311-312 Weisse$_2$; par 6.3 comparaisons j'ai obtenu pour la différence $\star a - \star b$

Æ : — 3^{m}26^s,28, Décl. : — 12′46″,8.

» *Avril* 19. — La comète s'aperçoit très difficilement; on soupçonne un petit noyau assez stellaire. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Barnard faite à l'équatorial de* 38^{cm} *de l'observatoire de Bordeaux;* par M. **G. Rayet.**

Date. 1889.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	Étoile de comparaison.	Observ.
Avril 20..	8^{h}47^{m}8^s,4	5^{h}9^{m}46^s,01	$\bar{1}$,640	74°32′22″,6	—0,767	*a*	G. Rayet

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1889,0.

Étoile de comparaison.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a. — Catalogue de Paris, n° 5950	5^{h}3^{m}20^s,72	—1^s,13	74°32′41″,6	—5″,64

» La comète est très faible, ronde, avec un noyau de 14e grandeur. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation rotatoire magnétique*. Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (11 mars 1889), M. Potier a montré que l'hypothèse de l'entraînement de la matière pondérable par l'éther conduit à une explication remarquablement simple du phénomène de la polarisation rotatoire magnétique. Il admet, à cet effet :

» 1° Qu'en chaque point du milieu, la matière pondérable est entraînée avec une vitesse proportionnelle à celle de l'éther, qu'il considère d'autre part comme proportionnelle au courant électrique;

» 2° Que la matière pondérable se compose de molécules qui, dans un champ magnétique, deviennent des aimants, et que la propagation d'une onde lumineuse (ou électromagnétique) fait osciller ces aimants, dont le mouvement induit une force électromotrice dans le milieu.

» Cette deuxième hypothèse est conforme au mode d'interprétation généralement adopté de l'action d'un champ magnétique sur un milieu

pondérable, et elle est une application de l'hypothèse d'Ampère sur les courants circulant autour des molécules aimantées. Or, les phénomènes magnétiques étant susceptibles d'un mode d'interprétation différent, il y a intérêt à rechercher si l'on ne peut pas s'affranchir de cette hypothèse.

» En réalité, la première hypothèse émise par M. Potier est suffisante pour expliquer le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique; car, si la matière pondérable est entraînée par les ondes qui se propagent dans le champ magnétique préalablement existant, il en résulte, suivant une loi connue, une force électromotrice induite, perpendiculaire et proportionnelle à la fois à la force magnétique et à la vitesse d'entraînement.

» Supposons l'onde électromagnétique parallèle au plan des xy. Soient P, Q, R les composantes de la force électromotrice en un point; F, G, H celles du potentiel vecteur magnétique. Le milieu étant diélectrique, les composantes du courant sont

$$u = \frac{K}{4\pi}\frac{\partial P}{\partial t}, \qquad v = \frac{K}{4\pi}\frac{\partial Q}{\partial t}, \qquad w = \frac{K}{4\pi}\frac{\partial R}{\partial t}.$$

En remarquant que ces diverses quantités doivent être indépendantes de x et de y, il en résulte les équations connues de la propagation [1]

$$K\mu\frac{\partial P}{\partial t} = -\frac{\partial^2 F}{\partial z^2},$$
$$K\mu\frac{\partial Q}{\partial t} = -\frac{\partial^2 G}{\partial z^2},$$
$$K\mu\frac{\partial R}{\partial t} = 0.$$

» Si le milieu était immobile, la force électromotrice (P, Q, R) se réduirait à la dérivée du potentiel vecteur par rapport au temps, changée de signe $\left(P_0 = -\frac{\partial F}{\partial t}, Q_0 = -\frac{\partial G}{\partial t}, R_0 = -\frac{\partial H}{\partial t}\right)$, et les équations précédentes présenteraient le caractère ordinaire de la propagation des ondes planes.

» Mais, si la matière pondérable est entraînée avec une vitesse proportionnelle au courant (u, v, w) ou, ce qui revient au même, à la dérivée de la force électromotrice $\left(\frac{\partial P_0}{\partial t} = -\frac{\partial^2 F}{\partial t^2}, \frac{\partial Q_0}{\partial t} = \ldots\right)$, l'existence d'un champ

---

[1] Voir, dans les Traités de Maxwell ou de Mascart et Joubert, la *Théorie électromagnétique de la lumière*.

magnétique préalable, d'intensité M, donnera lieu à une force électromotrice induite perpendiculaire à M et à la vitesse. Cette force électromotrice s'ajoute à (P_0, Q_0, R_0) pour donner la résultante (P, Q, R). Dans le cas où le champ M est parallèle à l'axe des z, on trouve ainsi

$$P = -\frac{\partial F}{\partial t} - hM\frac{\partial^2 G}{\partial t^2},$$
$$Q = -\frac{\partial G}{\partial t} + hM\frac{\partial^2 F}{\partial t^2},$$

h représentant le coefficient d'entraînement de la matière pondérable, lequel peut dépendre des propriétés mécaniques, électriques et magnétiques du milieu. En posant $K\mu = \frac{1}{a^2}$, les équations de la propagation deviennent alors

$$\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} = a^2\frac{\partial^2 F}{\partial z^2} - hM\frac{\partial^3 G}{\partial t^3},$$
$$\frac{\partial^2 G}{\partial t^2} = a^2\frac{\partial^2 G}{\partial z^2} + hM\frac{\partial^3 F}{\partial t^3}.$$

Ces équations sont équivalentes à celles données par M. Potier; car, les termes en h étant pratiquement très faibles, $\frac{\partial^2 F}{\partial t^2}$ et $\frac{\partial^2 G}{\partial t^2}$ diffèrent très peu de $a^2\frac{\partial^2 F}{\partial z^2}$ et $a^2\frac{\partial^2 G}{\partial z^2}$, et l'on peut, par conséquent, remplacer $\frac{\partial^3 F}{\partial t^3}$ et $\frac{\partial^3 G}{\partial t^3}$ respectivement par $a^2\frac{\partial^3 F}{\partial z^2\,\partial t}$ et $a^2\frac{\partial^3 G}{\partial z^2\,\partial t}$.

» Dans le cas où le champ M a une direction quelconque, la force électromotrice induite a une expression plus compliquée. Mais le calcul montre que, en négligeant les termes du second ordre en h, la composante M_z est seule efficace, ce qui est conforme à l'expérience.

» Plusieurs savants ont cru devoir conclure de l'existence de la polarisation rotatoire magnétique que la production d'un champ magnétique entraîne par elle-même dans le milieu un phénomène rotatoire [1]. L'explication précédente montre qu'une telle conclusion ne s'impose pas, et l'hypothèse d'Ampère sur les courants moléculaires n'en reçoit aucune confirmation. Ce point paraît être d'une grande importance au point de vue de l'interprétation de la nature intime du magnétisme.

» L'essai de théorie fondé par Maxwell sur l'hypothèse des tourbillons moléculaires montre bien quelles difficultés présentait l'explication de la

---

[1] Voir notamment MAXWELL, *Électricité et Magnétisme*, § 831.

polarisation rotatoire magnétique. Ces difficultés paraissent écartées par l'hypothèse de l'entraînement de la matière pondérable, si heureusement introduite par M. Potier dans ce phénomène. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le mode initial de déformation de la croûte terrestre ellipsoïdale.* Note de M. **A. Romieux**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai montré, dans une précédente Note (t. CVIII, n° 7) : 1° que les formes successives d'une masse fluide homogène qui tourne en se refroidissant sont parallèles pour de très faibles aplatissements; 2° que la *surampleur linéaire par mètre* y va en croissant du pôle à l'équateur, comptée en particulier dans les directions *méridienne* et *paralléliale*, qui sont les directions respectives de surampleur maxima et minima autour de chaque point. En acceptant qu'une loi analogue convienne à la Terre, il semble possible d'entrevoir le mode initial de déformation de sa croûte solide.

» Admettons, à la suite d'Élie de Beaumont, que cette enveloppe sollicitée par son propre poids doive s'affaisser, pour retrouver l'appui que la contraction plus grande du noyau fait se dérober sous elle. De plus supposons-la incompressible, bien qu'extrêmement flexible, et assez mince pour qu'on puisse en négliger l'influence sur les formes d'équilibre du noyau. Chaque élément devrait descendre suivant la verticale, parallèlement à lui-même et d'une même quantité; mais, sa surampleur et son incompressibilité contrarient cette descente par un coincement contre les éléments voisins, et cela d'autant plus que cette surampleur est plus grande. L'enveloppe étant incapable de se soutenir tout d'une pièce, comment se répartiront les dépressions et les bombements?

» Des expériences bien connues de M. Daubrée ont montré que le refoulement latéral de couches horizontales produit (voir la figure ci-contre) :

» A. Une *ondulation symétrique*, lorsqu'elles supportent une pression verticale uniformément répartie;

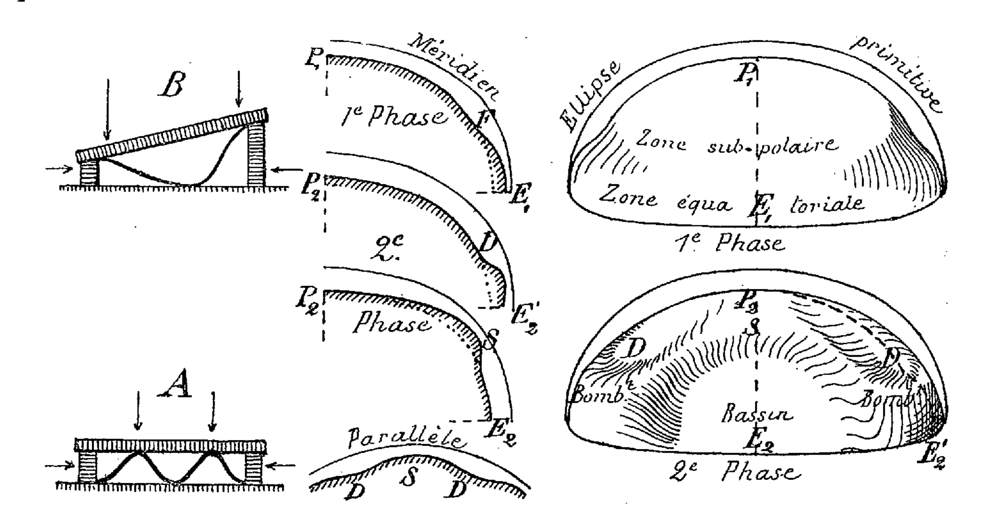
» B. Un *ploiement en crémaillère adoucie*, lorsque cette pression décroît d'une extrémité à l'autre.

» Or sur chaque parallèle, c'est-à-dire sur chaque ligne de surampleur minima, le poids et l'effort de coincement par mètre sont uniformes; sur chaque méridien, c'est-à-dire sur chaque ligne de surampleur maxima, la pesanteur diminue du pôle à l'équateur, tandis que l'effort de coincement par mètre augmente, double cause opposée à la descente de la zone équatoriale.

» Par analogie avec les expériences précitées, il est donc vraisemblable que l'enveloppe tend à dessiner :

» A. Le long des parallèles, une ondulation régulière DSD, plus ou moins serrée (pouvant même se borner à l'aplatissement d'une moitié du parallèle avec bombement de la moitié opposée);

» B. Suivant les méridiens, un renflement E_1 de la région équatoriale, au pied F duquel la région polaire s'affaisse à peu près d'un seul bloc en poussant ses propres parallèles vers l'équateur.



» PREMIÈRE PHASE. — *La tendance méridienne* B *doit prédominer au début sur tout le pourtour de l'ellipsoïde*, et cela pour deux raisons : 1° la direction des méridiens est celle des plus fortes surampleurs; 2° leur mode de déformation P_1FE_1 atténue encore la surampleur parallèliale sur la calotte polaire P_1F (puisque les parallèles y ont marché vers l'équateur), et sur le haut de la voûte annulaire E_1F constituée par le renflement équatorial (puisque l'affaissement de l'enveloppe y est moindre). Mais, au voisinage du fond F du ploiement méridien, ces causes atténuatrices n'ont qu'une influence plus faible, ou même nulle : *c'est donc là que* peu à peu l'enveloppe *commencera à acquérir une ondulation* parallèliale *sensible*.

» DEUXIÈME PHASE. — Dès que cette ondulation se dessine, deux fuseaux méridiens, dont l'un D comprend une dépression et l'autre S une saillie, ne se trouvent plus placés dans des conditions identiques. Pour le premier, la nouvelle déformation $P_2DE'_2$ ne fait qu'accentuer davantage l'ancienne P_1FE_1. Pour le second au contraire, le fond F du ploiement méridien primitif P_1FE_1, se relevant, n'offre plus le même soutènement à

la voûte équatoriale E_1F, lorsque cette voûte devra obéir, à son tour, au besoin d'ondulation parallèliale : c'est donc à l'intérieur de ce fuseau S, et non pas dans le fuseau D, qu'il naîtra *un centre* E_2 *de dépression vers l'équateur*. A partir de ce moment, il y a pour chaque méridien, tel que P_2SE_2, du fuseau S une tendance de plus en plus marquée vers le renversement de la répartition première des points hauts et des points bas. Qu'elle se traduise par l'affaissement progressif ou, ce qui ne paraît pas moins probable, par l'effondrement violent d'un bassin équatorial avec refoulement contre le pôle, le résultat sera toujours le même.

» A la forme simple de la phase de début : *Zone équatoriale presque uniformément* ([1]) *bombée, plongeant sur une zone subpolaire presque uniformément déprimée* ([1]), se sera substituée une forme plus complexe, *les deux zones ondulées, mais chacune faisant alterner en quinconce ses dépressions et ses bombements avec les accidents de même nature de l'autre zone et les ondulations subpolaires s'atténuant à mesure qu'on se rapproche du pôle*.

» On peut aller plus loin encore et entrevoir la topographie des lignes de relief ainsi produites. S'il se creuse des dépressions dans l'enveloppe, c'est pour recouvrer l'appui du noyau interne.

» Dès que leur fond l'atteint, la résistance de ce noyau oblige l'enveloppe à s'étaler de tous côtés, en refoulant latéralement les portions moins abaissées. Il doit donc tendre à se former, autour de chaque dépression E_2 ou D, une ride saillante en croissant, normale au méridien médian. Un bassin équatorial E_2 s'épaule ainsi à chacune des deux dépressions subpolaires voisines D par l'intermédiaire d'un bourrelet oblique aux méridiens, qui se fond par une extrémité dans un bombement équatorial et par l'autre dans une saillie subpolaire S ; l'ensemble des bourrelets dessine ainsi un tracé en zigzag.

» Enfin, comme les parallèles d'un bassin équatorial qui s'étale sont refoulés vers le pôle, ce qui leur vaut un surcroît de surampleur, il faut que ce surcroît soit absorbé par une exagération corrélative du relief dans les bombements équatoriaux voisins, en sorte que ceux-ci ont en définitive leur plus faible relief à l'équateur même.

» Il va sans dire que toutes ces déformations ne peuvent manquer d'être accompagnées de *torsions et d'éraillures*.

» Les résultats fondamentaux de cet essai d'analyse concordent, plus fidèlement que je ne l'eusse cru possible, avec ceux de très remarquables expériences sur les déformations par contraction d'une enveloppe sphé-

---

([1]) Car les déformations de la deuxième phase sont à l'état naissant dès la première.

roïdale, entreprises antérieurement par M. Daubrée. Quoiqu'elles ne soient pas encore achevées, ce savant a eu l'extrême bienveillance de me faire bénéficier de ce précieux élément de contrôle.

» La Terre, tout éloignée qu'elle est de sa période de déformation initiale, semble en conserver maintes traces conformes aux vues ci-dessus. Nous devons nous borner ici à signaler l'une des plus nettes : l'opposition du Pacifique, vaste bassin équatorial très ancien, à une masse continentale, au sein de laquelle une dépression postérieure, la Méditerranée centrale des géologues, a refoulé par spasmes successifs trois ou quatre zones de plissement contre le massif résistant du pôle nord. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons nitrosées du ruthénium.* Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Troost.

« J'ai fait connaître précédemment (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 994) un groupe de composés de ruthénium qui, décrits tout d'abord par Claus comme des chlororuthénates $RuCl^4, 2MCl$, doivent être rapportés à son type nouveau $RuCl^3(AzO), 2MCl$ et j'ai insisté, dans cette première Note, sur leur remarquable stabilité ; je me propose de décrire aujourd'hui d'autres composés nitrosés du ruthénium, qu'il est possible de faire dériver, par des réactions simples, des corps précédents, tout aussi stables que ceux-ci et qui établissent, pour le ruthénium, l'existence d'une série très étendue de dérivés nitrosés.

» I. *Sesquichlorure nitrosé.* — Le sesquichlorure brun de ruthénium chauffé avec un grand excès d'acide azotique se transforme en un azotate rouge sur la composition duquel je reviendrai. Par des additions successives d'acide chlorhydrique, et par une ébullition prolongée, on transforme ce sel en un chlorure dont la dissolution est rouge framboise; c'est la couleur des chlororuthénites nitrosés.

» La liqueur évaporée à l'étuve à 120° se prend en une masse cristalline rouge-brique, dont la composition est

$$RuCl^3(AzO) + H^2O.$$

» Cet hydrate ne se dissout dans l'eau froide qu'avec une extrême lenteur ; mais, à 100°, la dissolution est rapide, et la liqueur, convenablement concentrée, dans le vide, à la température ordinaire, laisse déposer des cristaux d'un rouge très foncé, presque noirs, d'un hydrate à $5H^2O$. Ce sont des prismes tricliniques [1], présentant les faces

---

[1] Déterminations cristallographiques dues à M. Dufet.

p, m, t, a^1, e^1, h^1, g^1 avec un clivage parfait suivant g^1 ; fortement dichroïques suivant p, une des images est rouge orangé, l'autre presque noire. Forme habituelle : tables aplaties suivant p ; cristaux plus gros d'apparence octaédrique avec m, t, g^1, p, a^1, dominants. Angles fondamentaux : ph^1 109°42' ; a^1h^1 108°32 ; h^1g^1 93°49 ; mh^1 128°3 ; pe^1 138°30'.

» Ces cristaux s'effleurissent rapidement sous une cloche sèche ; ils perdent $2H^2O$, dans le vide sec, à la température ordinaire, ou dans l'étuve à 100° ; entre 120° et 150°, ils perdent encore $2H^2O$; quant au dernier H^2O, il n'est éliminé qu'à une température beaucoup plus élevée, voisine de celle où le chlorure se décompose. A 440°, dans une atmosphère d'acide carbonique, ou dans le vide, le chlorure

$$RuCl^3(AzO) + H^2O$$

laisse dégager brusquement des composés nitrés (correspondant à 5,55 pour 100 d'azote), et il reste un résidu de sesquichlorure anhydre et de bioxyde ; à 360°, il se déshydrate tout d'abord, puis subit une décomposition très lente. Il est réduit par l'hydrogène à très basse température, avec incandescence et sublimation de chlorhydrate d'ammoniaque.

» La dissolution chlorhydrique du sesquichlorure nitrosé ne se concentre dans le vide qu'avec une extrême lenteur, et l'on n'obtient ainsi qu'un liquide sirupeux incristallisable. Mais si on la chauffe, elle laisse dégager tumultueusement du gaz chlorhydrique et donne le premier hydrate. Il est possible, en raison de ces circonstances, qu'il existe une combinaison chlorhydrique acide dont les chlororuthénites nitrosés seraient les sels ; mais je n'ai pu réussir à faire cristalliser une telle combinaison.

» II. *Sesquioxyde nitrosé.* — Les dissolutions du sesquichlorure nitrosé ou du sel double potassique ne sont pas précipitées, à froid, par les alcalis ou les carbonates alcalins. Mais si on les porte à l'ébullition, après les avoir additionnées d'une quantité d'alcali capable de saturer les trois atomes de chlore qu'elles renferment, on voit bientôt la liqueur se troubler et laisser déposer un précipité brun clair gélatineux. La liqueur surnageante est sensiblement neutre ; le précipité, lavé à l'eau bouillante et séché sur des plaques poreuses, se concrète en une masse noire, à l'éclat vitreux, dont la poussière est brune. Séché à 150°, ce composé est un oxyde nitrosé

$$Ru^2O^3(AzO)^2 + 2H^2O.$$

» Le sesquioxyde nitrosé n'est décomposé par la chaleur qu'au-dessus de 300°. Chauffé à 360° (vapeur de mercure), dans le vide ou dans un courant d'acide carbonique, il subit une décomposition lente et le résidu fixe est un oxyde noir graphitoïde dont la composition est celle de l'oxyde Ru^4O^9 que nous avons décrit, M. Debray et

moi ([1]), comme résultant de la décomposition de l'acide hyperruthénique par l'eau bouillante. Au-dessus de 440°, la décomposition devient explosive, la matière est portée à l'incandescence et tout l'azote est brusquement dégagé (mélange de bioxyde d'azote et d'azote avec quelques vapeurs nitreuses correspondant à 8 pour 100 d'azote); le résidu fixe est du bioxyde de ruthénium cristallin d'un bleu foncé. Chauffé dans un courant d'hydrogène, à une température qui n'atteint certainement pas 100°, le sesquioxyde nitrosé est réduit avec incandescence et dégagement de gaz ammoniac.

» La potasse, la soude, les carbonates alcalins employés en excès dissolvent l'oxyde à l'ébullition et forment des liqueurs brunes d'où l'oxyde peut être séparé de nouveau par l'action ménagée des acides.

» L'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque donnent, dans les mêmes conditions, une amine.

» Le sesquioxyde nitrosé du ruthénium se dissout à froid dans les acides, en donnant des liqueurs jaunes qui prennent peu à peu, lorsqu'on les chauffe, la couleur rouge caractéristique des sels nitrosés. Avec l'acide chlorhydrique, on reproduit le chlorure précédemment décrit; avec l'acide bromhydrique ou l'acide iodhydrique, on a un bromure et un iodure, et, en présence des chlorures alcalins, des sels doubles cristallisés comme les chlorosels.

» L'oxyde se dissout également dans l'acide sulfurique concentré et chaud, sans dégagement de gaz, et donne une liqueur rouge orangé qui, par concentration, laisse un résidu rouge foncé incristallisable. L'acide nitrique agit de même et donne une liqueur rouge identique à celle que l'on obtient en évaporant le sesquichlorure de ruthénium avec un excès d'acide azotique. Le sulfate et l'azotate sont encore à base de sesquioxyde nitrosé, car la potasse en sépare, à l'ébullition, un oxyde brun identique à celui que l'on obtient à partir du chlorure.

» L'acide acétique, l'acide oxalique et même l'acide formique donnent aussi avec cette base des sels rouges azotés.

» Je ne puis que signaler ici tous ces faits, me réservant de les développer dans un Mémoire détaillé; mais il est un point sur lequel je dois insister, c'est la stabilité remarquable de ces composés nitrosés, qui résistent à l'action de l'eau, des bases, des acides, et ne peuvent être détruits que par une élévation de température supérieure à 300°.

» Le sesquioxyde du ruthénium a été décrit par Claus comme un bioxyde hydraté $RuO^2 + 5H^2O$, et le dégagement de chaleur qui accompagne sa décomposition brusque au-dessus de 300° a été considéré comme une transformation isomérique. Le bioxyde anhydre, résidu de la décomposition explosive, a seul, en effet, attiré l'attention de l'éminent chimiste; comme il obtenait d'ailleurs cet oxyde en précipitant par des alcalis des

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 328.

dissolutions qu'il croyait formées de chlororuthénates $RuCl^4, 2MCl$, on s'explique l'erreur commise.

» On peut se demander si ces combinaisons nitrosées, dont j'ai tenu à faire une étude complète, sont particulières au ruthénium. Il est probable que le rhodium, dont le sesquioxyde et le sesquichlorure présentent tant d'analogie avec les composés correspondants du ruthénium, offrira des réactions du même ordre. M. Debray ([1]), en étudiant l'action de l'acide azotique sur les alliages du rhodium avec le plomb et avec le zinc, a signalé l'existence de combinaisons explosives qui peuvent être rapprochées de celles qui font l'objet de cette Communication. Mais c'est surtout l'osmium qu'il y a lieu de comparer, sous ce point de vue, au ruthénium. Je me propose de montrer que les corps décrits sous les noms d'*acide osmanosmique* ou *osmiamique* et d'*osmiamates* par Fritzsche et Struve, ont une constitution analogue à celle des composés nitrosés du ruthénium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation du nitrocamphre en nitrosocamphre.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Les dérivés nitrosés se forment ordinairement soit par l'attaque avec l'acide nitreux, soit par double décomposition avec le chlorure de nitrosyle ou les nitrites. Il n'y a pas d'exemples de dérivés nitrosés formés par réduction aux dépens des dérivés nitrés. Ces actions réductrices déterminent généralement des soudures avec formation de composés azoïques, tels que l'azoxybenzol dérivé de la nitrobenzine.

» Nous sommes précisément parvenu à transformer le nitrocamphre en nitrosocamphre sous une influence réductrice directe, en chauffant du camphre chloronitré au sein de l'alcool aqueux avec du cuivre précipité par le zinc. Le protochlorure de cuivre formé tout d'abord et le concours de l'hydrogène assurent la réduction.

» On suit la méthode que nous avons indiquée pour préparer le nitrocamphre, en modifiant la fin de l'opération. On fait bouillir pendant une demi-heure 300^{gr} de camphre chloronitré au sein de 1500^{gr} d'alcool à 93° en présence du zinc-cuivre obtenu en mettant une solution de 100^{gr} de sulfate de cuivre en contact avec 600^{gr} de grenaille de zinc. On filtre, on distille presque à siccité. Il se forme un dépôt verdâtre par refroidissement qu'on recueille et qu'on lave à l'alcool froid. On a ainsi un mélange de ni-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1195.

trosocamphre et d'oxychlorure de cuivre. On enlève le cuivre par l'acide chlorhydrique étendu à chaud. Il reste une matière d'une grande blancheur qu'on fait cristalliser deux fois dans l'alcool à 93° bouillant.

» L'analyse élémentaire donne la composition non douteuse d'un nitrosocamphre.

» Par l'action du cuivre seul, on obtient moins rapidement, mais aussi sûrement, la même réduction. Les équations suivantes expliquent les faits :

$$2\left(C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CClAzO^2\\ \mid \\ \diagdown CO\end{matrix}\right) + 5Cu + H^2O$$
$$= \left(C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CAzO^2\\ \mid \\ \diagdown CO\end{matrix}\right)^2 Cu + Cu^2O + Cu^2Cl^2 + H^2,$$
$$2\left[\left(C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CAzO^2\\ \mid \\ \diagdown CO\end{matrix}\right)^2 Cu\right] + 3Cu^2Cl^2 + H^2O + H^2$$
$$= 4\left(C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CAzOH\\ \mid \\ \diagdown CO\end{matrix}\right) + CuCl^2, 5CuO + 2CuCl^2.$$

» La nécessité de l'eau (dans l'alcool absolu la réaction n'a pas lieu), les composés cupriques formés que nous avons isolés et analysés aux divers temps de l'opération ne laissent pas de doute sur la marche de la réaction.

» L'oxychlorure $CuCl^2, 5CuO$, qui est anhydre, paraît nouveau. C'est une poudre vert pâle insoluble.

» Ce nitrosocamphre est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant et dans la benzine. Il s'altère à la lumière; il devient verdâtre en dégageant des vapeurs nitreuses. Il n'a pas d'action sur le tournesol et l'orangé III; il est plus acide que la phtaléine du phénol. Il est dextrogyre : pour une solution benzinique à 0,81 pour 100, on obtient

$$[\alpha]_D = +195.$$

» Le nitrocamphre est au contraire fortement lévogyre.

» Le nitrosocamphre ne fond pas sans décomposition. Vers 180° il verdit tout à coup, se boursoufle et se décompose brusquement en dégageant de l'hypoazotide. Projeté sur une lame de platine au rouge, il détone.

» Il n'a pas d'action sur le perchlorure de fer. Il se dissout dans les alcalis, mais paraît s'altérer à l'ébullition.

» La potasse en fusion vers 150° donne du nitrite et du carbonate de potasse.

» L'acide azotique fumant et l'acide sulfonitrique transforment presque théoriquement le nitrosocamphre en acide camphorique et anhydride camphorique

$$2[C^{10}H^{15}(AzO)O] + 6AzO^3H$$
$$= AzO + 4AzO^2 + C^{10}H^{16}O^4 + C^{10}H^{14}O^3 + 3H^2O.$$

» Sous l'influence de l'étain et de l'acide chlorhydrique, ce nitrosocamphre se transforme en une base identique avec celle engendrée par le nitrocamphre. Cette base, qui paraît se confondre avec l'amidocamphre de Schiff, est une sorte d'acétonamine, comme nous le démontrerons. En partant du nitrocamphre, dont la formule de constitution nous paraît bien démontrée, nous avons successivement

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CHAzO^2 \\ | \\ CO \end{matrix}\right., \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CHAzO \\ | \\ CO \end{matrix}\right., \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CHAzH^2 \\ | \\ CO \end{matrix}\right..$$ »

CHIMIE AGRICOLE. — *Étude sur la richesse en gluten du blé.* Note de MM. **E. Gatellier** et **L. L'Hote**.

« La France avec 7 000 000 d'hectares cultivés en blé ne suffit pas en année moyenne à la nourriture de ses habitants. La statistique de l'importation des blés étrangers nous l'indique. Les progrès de la Science agricole, basés sur l'expérience, nous prouvent qu'à l'aide d'engrais judicieusement employés nous pouvons augmenter considérablement notre production à l'hectare et nous sommes convaincus que, lorsque ces progrès auront suffisamment pénétré dans la masse agricole, nous pourrons largement produire la quantité nécessaire à notre consommation.

» Mais la quantité de production ne suffit pas, il faut encore obtenir la qualité. Si nous récoltions des blés inférieurs, il serait nécessaire d'y additionner des blés étrangers de qualité supérieure. La plupart des meuniers sont persuadés que, pour obtenir de bonnes farines, il est nécessaire de mélanger à nos blés indigènes une certaine proportion de blés exotiques qui augmentent leur richesse en gluten.

» Ces considérations nous ont conduits à rechercher depuis plusieurs années les causes de la richesse en gluten du blé. Quelles sont les influences du sol, des engrais, de l'espèce ensemencée sur la formation de cette matière azotée que l'on considère comme la partie la plus nutritive du grain?

» I. *Influence des récoltes précédentes sur la richesse en gluten du blé.* — Nos premières expériences sur la question du gluten dans le blé datent de 1882. Nous avons récolté cette année-là, dans le même sol sableux, à sous-sol de gravier, à Luzancy (Seine-et-Marne), le même blé Victoria blanc avec les mêmes engrais complémentaires dans trois conditions différentes d'assolement :

» 1° Après betterave à sucre;

» 2° Après avoine précédée de défrichement de luzerne;

» 3° Après récolte de minette et emploi de fumier à raison de 30 000^{kg} à l'hectare.

» Nous avons obtenu des blés tout différents d'apparence. Le plus beau, comme aspect, était le blé après betterave. Les autres avaient un grain plus allongé, d'un aspect plus gris. On n'aurait pas pu croire que ces trois sortes de blé provenaient de la même semence.

» La mouture de chacun de ces blés a été faite à part. L'azote dosé par la chaux sodée a été multiplié par le coefficient 6,25 donné par MM. Dumas et Cahours pour la transformation en gluten. L'eau a été déterminée à la température de 110°. (Pour que les résultats soient comparatifs, on a ramené par le calcul les blés et les farines à l'état sec.)

» Voici l'analyse de la farine à l'état sec :

	Azote.	Gluten.
1° Farine de blé après betterave	1,45	9,06
2° » » après avoine et défrichement de luzerne	1,61	10,06
3° » » après minette et fumure directe	1,68	10,50

» Il résulte de cette expérience que le blé de plus belle apparence, celui après betterave, était le moins riche en gluten. Les récoltes précédentes ont donc une influence sur la richesse en gluten du blé suivant. Comme la betterave est une plante avide d'azote, tandis que dans les deux autres cas, par suite du défrichement de la luzerne d'une part et de la récolte de minette avec fumier d'autre part, il restait plus d'azote dans le sol, nous avons été amenés à conclure que la richesse en azote du sol augmentait la richesse en gluten du même blé.

» II. *Influence des apports d'engrais sur la richesse en gluten.* — Nous nous sommes demandé s'il est possible d'enrichir en gluten le blé après betteraves par adjonction d'engrais plus azotés?

» Nous avons alors semé en 1882 le même blé Victoria dans la même pièce après betteraves. (La récolte de betteraves avait été très régulière.)

» Après avoir fait la récolte en 1883 et après avoir moulu séparément

les blés à doses différentes d'engrais, nous avons obtenu les résultats suivants pour l'analyse des farines à l'état sec

Engrais employé à l'hectare.	Rapport de l'azote à l'acide phosphorique dans l'engrais.	Azote contenu dans 100 de farine.	Gluten calculé.
100^{kg} sulfate d'ammoniaque... 300 superphosphate	$\frac{4}{9}$	1,67	10,43
200 sulfate d'ammoniaque... 300 superphosphate	$\frac{8}{9}$	1,82	11,37
300 sulfate d'ammoniaque... 300 superphosphate	$\frac{12}{9}$	2,04	12,75
300 sulfate d'ammoniaque... 600 superphosphate	$\frac{6}{9}$	1,81	11,31

» Ces résultats semblent prouver qu'il est possible d'augmenter par la culture la richesse en gluten du blé et que cela dépend de la proportion d'azote par rapport à l'acide phosphorique employé dans l'engrais.

» Pour nos recherches successives, comme la conversion du blé en farine présente quelques difficultés, parce qu'il faut un échantillon d'une certaine importance pour obtenir, aussi exactement que possible, le mélange des différentes farines correspondant à la mouture du blé dans un moulin, nous avons effectué directement le dosage de l'azote du blé dans les quatre cas précédents pour nous rendre compte si la richesse en azote dans le blé correspond à la richesse en azote dans la farine :

		Azote.	Gluten.
Premier carré....	Farine.........	1,67	10,43
	Blé...........	2,01	12,56
Deuxième carré..	Farine.........	1,82	11,37
	Blé...........	2,03	12,68
Troisième carré..	Farine.........	2,04	12,75
	Blé...........	2,20	13,75
Quatrième carré.	Farine.........	1,81	11,31
	Blé...........	2,04	12,75

» Il en résulte que la richesse en azote du blé correspond à la richesse en azote de la farine provenant de ce blé.

» Du reste, M. Aimé Girard reconnaît que la proportion d'azote varie dans l'enveloppe du blé de 2,80 à 3,10 pour 100, qu'elle dépasse par conséquent de près de 1 pour 100 la teneur en azote de la farine la plus riche. Comme il y a dans le blé de 12,50 à 15,50 de poids de l'enveloppe, l'apport de l'enveloppe, en analysant la totalité du blé, augmente la proportion d'azote de la farine d'environ 0,40 pour 100.

» L'azote du son n'est pas, il est vrai, à l'état de gluten ; en multipliant par 6,25 l'azote total du blé contenu dans l'amande et l'enveloppe, on obtient une quantité de gluten supérieure à celle qui dans l'amande est utilisée pour la nourriture de l'homme; mais les quantités de gluten ainsi trouvées sont à peu de chose près proportionnelles aux quantités réelles de gluten.

» En analysant le blé tout entier pour la recherche de la richesse en gluten, on s'expose à de moindres erreurs que celles qui peuvent provenir de l'analyse de la farine obtenue par la mouture, si l'on n'a pas soin de bien mélanger absolument tous les produits farineux sortant du moulin. Par exemple, la farine obtenue de premier jet d'un blé quelconque est composée de parties d'amidon plus friables et est par conséquent plus riche en amidon et moins riche en gluten que la farine obtenue de l'écrasement des gruaux. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les stigmates des Hyménoptères*. Note de M. G. **Carlet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note précédente [1] j'ai décrit, chez les Hyménoptères, sur une pièce que j'ai nommée *écaille trouée*, un stigmate toujours béant dont la trachée présente un mode de fermeture non encore signalé (*fermeture operculaire*) s'effectuant par l'action d'un muscle spécial (*muscle trachéen*).

» Un mécanisme si compliqué et si différent de ce que l'on connaissait jusqu'alors ne m'a pas semblé en rapport avec l'importance relativement minime de l'écaille trouée. De plus, celle-ci n'étant qu'un segment d'anneau modifié, son stigmate, bien que plus développé que les autres, devait sans doute beaucoup se rapprocher de la disposition de ces derniers. J'étudiai donc les stigmates chez tous les grands groupes d'Hyménoptères, aiguillonnés ou térébrants, et je vis que je ne m'étais pas trompé dans mes prévisions. Le fait *particulier* que j'avais signalé sur l'écaille trouée est *général* pour tout l'ordre des Hyménoptères; seulement, le stigmate de l'écaille trouée étant plus gros et présentant un muscle trachéen parfaitement isolé, le cas particulier était plus facile à étudier que le cas général.

» Dans une étude antérieure des muscles de l'abdomen de l'Abeille [2], je n'avais pas remarqué de muscle se rendant aux stigmates, et aucun observateur n'en a signalé, que je sache. D'ailleurs, les stigmates n'attirent

[1] *Comptes rendus*, 5 novembre 1888.
[2] *Comptes rendus*, 24 mars 1884.

guère l'attention et ne paraissent être, au premier abord, qu'un simple petit orifice percé dans le tégument. Aujourd'hui, je suis revenu à la dissection délicate des muscles de l'abdomen, en vue de chercher le muscle trachéen que je savais exister, puisque je voyais la terminaison de ses fibres sur l'opercule de tous les troncs trachéens. Cette recherche d'un muscle plus mince que le plus fin fil de soie du commerce, enchevêtré dans les faisceaux des autres muscles qui entourent le stigmate, est loin d'être facile; mais, avec la connaissance que j'avais de ces derniers, je suis arrivé à suivre, dans toute sa longueur, le muscle trachéen, de son insertion mobile ou operculaire jusqu'à son insertion fixe. Celle-ci se fait sur une facette spéciale du bord de l'arceau ventral, à l'angle antéro-externe de ce bord.

En résumé, chez les Hyménoptères, les stigmates sont toujours béants et ne présentent jamais, à leur orifice, le moindre appareil obturateur; mais, d'une part, leur extrême petitesse (qui a probablement empêché les observateurs de leur accorder une attention suffisante); d'autre part, les poils souvent rameux qui les recouvrent généralement en dehors les mettent suffisamment à l'abri de l'introduction des corps étrangers, même pulvérulents. Les troncs trachéens peuvent cependant s'ouvrir ou se fermer, à la volonté de l'Hyménoptère. Cette fermeture, que nous appelons *fermeture operculaire*, se fait par le moyen d'un muscle spécial ou *muscle trachéen* qui s'insère sur la trachée, au-dessus d'une fente qu'elle présente en face du stigmate. Le muscle trachéen relève la lèvre supérieure de cette fente, c'est-à-dire l'opercule, à la façon d'un couvercle de tabatière qui, par balancement et écrasement, amène la fermeture de la trachée. »

ZOOLOGIE. — *Sur les glandes lymphatiques des Céphalopodes et des Crustacés décapodes.* Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Chez les Céphalopodes, il vient tout d'abord à l'idée que la glande qui se trouve sous la branchie (glande branchiale) ne peut être qu'un organe lymphatique; elle en a d'ailleurs toutes les dispositions anatomiques, comme M. Joubin l'a bien montré; elle est même placée d'une façon analogue aux véritables glandes d'autres Mollusques, les Acéphales par exemple. Mais elle renferme des cellules qui n'ont aucun lien avec les amibocytes du sang; le noyau, la taille, tout est différent. Je n'ai pas trouvé de contenu appréciable et bien net dans les éléments de cette glande; tout

ce que je puis affirmer, c'est qu'elle n'est certainement pas lymphatique : son rôle reste jusqu'ici complètement inconnu.

» L'organe qui forme les amibocytes du sang est une glande appendue au cœur branchial et tranchant vivement, par sa teinte blanchâtre, sur la couleur foncée de ce dernier, auquel elle est rattachée par un court et mince pédicule. Elle a d'ailleurs été vue par de nombreux anatomistes, qui n'y ont pas attaché grande importance : Férussac et d'Orbigny la désignent comme appendice pelliculaire de l'auricule; Owen l'homologue au deuxième cœur brachial des Nautiles. Elle s'injecte facilement par le système veineux et paraît alors spongieuse; l'injection dessine à sa surface de fines arborisations; le sang qui y pénètre n'est pas endigué par des parois propres, il se répand dans les intervalles cellulaires.

» Cette glande est limitée extérieurement par une épaisse couche épithéliale ; sa cavité est traversée par un réseau conjonctif compliqué dans les mailles duquel on voit un nombre immense de noyaux et cellules qui présentent l'évolution particulière aux cellules lymphatiques, c'est-à-dire que les noyaux s'entourent peu à peu des granules réfringents qui forment le contenu caractéristique et constant des amibocytes; quand la cellule est mûre, elle devient amiboïde et passe dans le courant sanguin.

» Cette glande présente donc absolument les caractères des organes lymphatiques; le sang y pénètre librement sans être endigué par des vaisseaux, et les cellules se transforment en amibocytes de la façon la plus évidente. Je l'ai examinée chez les *Sepia officinalis* et *elegans*, la *Sepiola Rondeletii*, l'*Octopus vulgaris* et l'*Eledone moschata;* Milne Edwards la signale chez le Calmar. Il est fort probable que son existence est générale chez les Céphalopodes.

» Chez les Crustacés décapodes, il existe deux ordres de glandes lymphatiques : la première et la plus importante (et surtout la plus constante) est située dans la branchie, entre le vaisseau efférent et le vaisseau afférent; je l'ai déjà signalée dans une Note préliminaire (*Archives de Zoologie expérimentale*, *Notes et Revues*, p. XLIII, 2e série, t. V, 1887); je n'y reviendrai donc pas. C'est le deuxième ordre d'organes lymphatiques qui fait l'objet de cette Note.

» Milne Edwards, dans son Ouvrage sur les Crustacés, mentionne brièvement un corps énigmatique situé à la voûte de la cavité branchiale; je crois que depuis aucun auteur ne l'a mentionné ou étudié. Pour bien le voir, il faut prendre un Crabe (un *Maïa* de préférence), enlever le bouclier dorsal en détachant soigneusement la matrice cuticulaire; l'organe en

question est placé entre cette matrice, à laquelle il adhère fortement, et la paroi du corps; il commence un peu au-dessous du cœur, de chaque côté de la ligne médiane, et se termine au niveau de la dernière paire de pattes, au point où commence l'abdomen; il y a donc deux de ces glandes; chacune d'elles a la forme d'une poche allongée, faiblement contractile, communiquant largement avec les lacunes veineuses sous-jacentes. En coupe, elle est limitée extérieurement par la matrice chitinogène, puis vient une zone de fibres musculaires irrégulièrement disposées, enfin un feutrage assez lâche de fibres conjonctives, dans les cavités duquel on voit un grand nombre de noyaux et de cellules. Le contenu de la glande, examiné sur le vivant, montre une quantité considérable d'amibocytes mûrs, remplis de granules réfringents et de noyaux en voie de développement, mêlés à de nombreux produits de réserve (gros granules d'apparence adipeuse), ce qui est d'ailleurs un caractère commun à toutes les glandes lymphatiques des Crustacés.

» Ces glandes dorsales sont donc des organes lymphatiques; elles sont très actives et très nettes chez les Brachyures (*Maïa squinado, Pisa tetraodon, Carcinus mœnas, Xantho floridus, Pilumnus hirtellus*); chez les Macroures, je les ai trouvées avec les mêmes caractères d'activité chez le *Pagurus striatus* et l'*Eupagurus Prideauxii;* leur contenu est presque nul et sans produits appréciables chez la *Galathea strigosa* et la Langouste [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la disposition et le fonctionnement normal et pathologique d'un véritable appareil glandulaire dans l'œil des Mammifères (épithélium des procès ciliaires et organes annexes).* Note de M. **W. Nicati**, présentée par M. Ranvier.

« Cette glande comprendrait, d'après nos recherches :

» 1° Un *épithélium glandulaire* qui, partant de l'*ora serrata,* s'arrête à la naissance de l'iris (portion ciliaire de la rétine);

» 2° Un *réseau capillaire* s'étendant en arrière jusqu'au nerf optique, la choriocapillaire;

» 3° Un *arachnoïde* ou *puits de l'humeur aqueuse,* la couche de Sattler et son prolongement dans les procès ciliaires;

» 4° Des *conduits excréteurs,* comprenant l'espace entre l'épithélium et

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire Arago, de Banyuls-sur-Mer; je tiens à remercier M. Costes, travailleur au même laboratoire, des bons renseignements qu'il a bien voulu me donner sur la glande dorsale des Crustacés décapodes.

la *zonula* et des pertuis ménagés dans la profondeur des vallons ciliaires;

» 5° Un *appareil musculaire*, la choroïde avec la portion radiée du muscle ciliaire;

» 6° Enfin un *appareil d'innervation* compris dans l'iris, les nerfs ciliaires et le ganglion ophtalmique.

» La sécrétion de cette glande, à peine sensible dans les conditions ordinaires, se produit abondamment quand on évacue l'humeur aqueuse par ponction ou par compression et quand on évacue une certaine quantité d'humeur vitrée; toutes les fois, en d'autres termes, que la pression interne de l'œil est diminuée. C'est donc une sécrétion réflexe. Son produit est l'humeur aqueuse ([1]).

» *La section intracranienne du trijumeau est sans effet sur cette sécrétion. La section des nerfs ciliaires la ralentit. L'ablation totale de l'iris la tarit.*

» Il faut conclure de ces trois expériences plusieurs fois contrôlées que le ganglion ophtalmique, d'où émergent les nerfs ciliaires, est le centre principal du réflexe, les ganglions intra-oculaires faisant le reste, et que l'iris en est le siège périphérique.

» Le rôle du muscle cilio-choroïdien serait de comprimer les troncs vasculaires, c'est-à-dire surtout les veines à la paroi moins résistante, et de provoquer un engorgement capillaire favorable à l'issue d'une sérosité abondante.

» Ainsi se trouve constitué de toutes pièces un régulateur automatique de la pression oculaire avec l'iris pour avertisseur; un transmetteur, le ganglion; des exécuteurs, enfin, le muscle et la membrane sécrétante.

» Un œdème pathologique de la choriocapillaire constitue le *glaucome*, dont l'accès est un phénomène spasmodique analogue à l'accès hémorroïdaire, suivant la théorie bien connue de Verneuil.

» L'iridectomie modifie heureusement le glaucome en faisant une sorte de saignée au puits de la glande et en le mettant en communication directe avec la chambre antérieure. C'est son avantage sur la sclérotomie.

» Un soulèvement de l'*ora serrata* par l'humeur aqueuse accompagne le *décollement de la rétine*.

» L'atropine, l'ésérine, la cocaïne même n'ont pas d'influence bien manifeste sur la sécrétion de l'humeur aqueuse.

» Les expériences de cette Note ont été pratiquées sur des lapins. »

([1]) On rend la sécrétion manifeste par l'introduction dans le torrent circulatoire d'une certaine quantité de fluorescéine (Ehrlich, Panas).

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les faisceaux foliaires.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« Les faisceaux foliaires présentent dans leur passage de la tige à la feuille et dans leur trajet à travers le pétiole et le limbe des changements de structure qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été signalés.

» Mes recherches ont porté principalement sur les Dicotylédones et sur les Gymnospermes. J'ai procédé par coupes successives, colorant le ligneux par le vert d'iode, la cellulose par le carmin aluné de Grenacher; par le contraste, les moindres changements dans la nature des éléments et dans leur disposition relative étaient ainsi facilement observables. Le sulfate d'aniline ou la phloroglucine et l'acide phosphorique iodé ont toujours contrôlé les indications des réactifs précédents. Les espèces que j'ai étudiées, empruntées au Jardin des Plantes de Toulouse, sont assez nombreuses et assez variées pour que je puisse considérer les faits suivants comme très généraux.

» I. Dicotylédones. — A. *Modifications des faisceaux foliaires dans leur passage de la tige à la feuille.* — Au moment où les faisceaux foliaires vont passer de la tige dans la feuille, les vaisseaux diminuent de calibre, deviennent ordinairement plus nombreux et amincissent leurs parois; les grands vaisseaux secondaires disparaissent, tandis que les vaisseaux primaires se multiplient. En même temps, les éléments de soutien du faisceau (fibres, parenchyme ligneux) disparaissent et, lorsque le faisceau est arrivé à la base de la feuille, les vaisseaux, placés habituellement en files disposées en éventail, sont accompagnés de parenchyme formé de cellules ordinairement allongées et à parois très minces. En général, les vaisseaux les plus volumineux sont voisins de la base du faisceau; de part et d'autre de ce maximum, le calibre des vaisseaux diminue, insensiblement vers la périphérie, brusquement vers la base.

» Tous ces faits sont particulièrement frappants dans les plantes à bois très développé formant un anneau continu (*Eucalyptus hemiphloia, Sarcococca pruniformis, Rhododendron ponticum, Myrica quercifolia, Capsicum pseudo-Capsicum,* etc.).

» Le parenchyme intercalé entre les vaisseaux est remarquable par sa richesse en chlorophylle et en amidon; on y trouve aussi souvent des cristaux d'oxalate de chaux. On sait du reste qu'aux nœuds les tissus de

réserve sont plus développés, que les cellules y sont plus gonflées de sucs, plus riches en chlorophylle, en matériaux de réserve et en produits d'excrétion. Ces caractères sont particulièrement accentués dans les cellules de l'écorce et surtout de la moelle voisines des faisceaux émergents. Ces faisceaux, alors composés en totalité, ou du moins en très grande partie, d'éléments (trachées, vaisseaux annelés) plus spécialement propres à la transfusion des liquides, sont donc là en rapport avec un tissu d'une grande vitalité, avec lequel des échanges actifs peuvent s'opérer, grâce à la minceur des parois, à la grande surface de l'appareil vasculaire et au ralentissement circulatoire qui en est la conséquence.

» Les diverses modifications de structure des faisceaux foliaires que je viens de signaler s'effectuent graduellement de la base du faisceau à sa périphérie et sont, en général, à peu près concomitantes. Elles commencent d'ordinaire à s'observer un peu au-dessus du nœud précédent ou vers le milieu de l'entre-nœud (*Acacia latifolia, Cerasus lusitanica,* etc.); mais elles peuvent être déjà sensibles, tout au moins quant à la diminution de calibre des vaisseaux, à la base de l'entre-nœud (*Olea excelsa, Rhododendron ponticum,* etc.) ou à l'entre-nœud précédent (*Myrica quercifolia, Laurus nobilis,* etc.), ou même plusieurs entre-nœuds avant l'émergence (*Polygala grandiflora* et *myrtifolia*, etc.)

» B. *Modifications des faisceaux foliaires dans leur parcours à travers la feuille.* — Dès leur entrée dans la feuille, les faisceaux foliaires présentent comme un retour à leur structure première: les vaisseaux augmentent de calibre en même temps que leur nombre diminue et que leurs parois s'épaississent; les grands vaisseaux secondaires peuvent alors reparaître, ainsi que le sclérenchyme (*Quercus Ilex, Eriobotrya japonica,* etc.). Dans les nervures principales, le contenu total de l'appareil vasculaire décroît de la base au sommet par disparition des vaisseaux, plutôt que par réduction de leur calibre. C'est ainsi que, dans les feuilles penninerves, les vaisseaux les plus larges se rencontrent très fréquemment dans la nervure médiane à une certaine distance de la base du limbe; vers le milieu du limbe et même plus près du sommet, on trouve encore souvent des vaisseaux d'un calibre plus considérable qu'à la base de la feuille.

» Ces modifications de l'appareil vasculaire me paraissent en rapport avec le rôle purement conducteur de ses éléments, dans le pétiole et dans les nervures principales; peut-être ne sont-elles pas sans influence sur la turgescence de la feuille. Quant au retour du sclérenchyme dans les faisceaux, il s'explique par des causes toutes mécaniques.

» Les faisceaux foliaires présentent des modifications analogues, quoique moins marquées, dans leur passage du pétiole aux pétiolules, dans les feuilles composées; du pétiole aux nervures primaires, dans les feuilles palminerves; d'une nervure principale à l'une de ses ramifications, dans toutes les feuilles.

» II. Gymnospermes. — Dans le trajet de la tige à la feuille, les trachéides cèdent peu à peu la place aux vaisseaux primaires. On sait que, dans la feuille, les trachéides prennent de nouveau une très grande importance.

» III. Monocotylédones et Cryptogames vasculaires. — Mes observations, encore peu nombreuses, m'ont permis cependant de constater l'existence de particularités analogues, quoique moins nettes.

» Tous ces faits et en particulier les modifications des faisceaux foliaires au moment de leur émergence me paraissent ne représenter qu'un cas particulier d'un fait plus général : à la base des axes floraux et des très jeunes axes foliaires, on observe en effet, plus ou moins atténuées suivant les cas, les modifications constatées à la base des feuilles. Ces modifications me semblent justifiées par la nécessité d'une transfusion facile des liquides. On comprend qu'elles présentent leur maximum à la base des feuilles. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le topinambour obtenu de semis.* Note de M. **Joseph Michon**, présentée par M. Chatin.

« Le topinambour, cultivé comme plante industrielle et comme plante fourragère, surtout dans le nord et le centre de la France, se multiplie toujours par tubercules. La fleur est en effet stérile et Decaisne n'en connaissait pas la graine.

» Cependant, il y a une quarantaine d'années, Vilmorin avait pu se la procurer, sans qu'il ait laissé l'indication de la provenance, et avait obtenu par semis deux variétés, l'une rose, l'autre jaune.

» Voulant reprendre ces essais, j'ai planté le topinambour en Corse, et j'ai été assez heureux pour le voir fructifier. Sous ce climat les inflorescences sont néanmoins encore très peu fécondes, et c'est à peine si l'on trouve çà et là une ou deux graines.

» En 1886 j'ai récolté une trentaine de graines, que j'ai partagées entre le Muséum d'Histoire naturelle et M. Henry de Vilmorin, après en avoir gardé huit pour mes propres expériences.

» Placées dans un terrain sablonneux, ces graines ont donné des plantes qui ont semblé plus vigoureuses que d'autres provenant de tubercules, dans le même terrain. La récolte en tubercules était aussi un peu plus abondante.

» La variabilité des topinambours obtenus par semis est assez grande, puisque sept pieds ont donné trois types.

» L'un, très fertile, est représenté par des tubercules nombreux, pyriformes, tenant à l'axe par un pédoncule long et ténu.

» Un autre est constitué par une masse irrégulière, bosselée, compacte. Ces deux variétés sont roses, comme les pieds qui avaient fourni la graine.

» Une troisième variété est jaune, beaucoup moins productive que les deux autres. Les tubercules, plus allongés, ressemblent un peu à ceux des dahlias. J'ai propagé par tubercules ces trois variétés. Les caractères sont restés fixes. Le rendement des deux premiers s'est montré supérieur en poids d'environ un dixième au rendement de topinambours ordinaires, placés à côté comme témoins. J'ai recueilli une plus grande quantité de graines en 1888; je compte faire des semis cette année. Je crois qu'il y aurait intérêt à étudier les variétés obtenues, au point de vue du rendement, de la richesse en alcool et de la facilité d'extraction. »

M. **Em. Delaurier** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Nouvelle théorie de l'univers ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Edm. B.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1889,

PRÉSIDÉE PAR M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Sur la proposition de M. le **Secrétaire perpétuel**, l'Académie décide que, en raison de la cérémonie d'inauguration de l'Exposition universelle, la séance du lundi 6 mai sera remise au mardi 7 mai.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'obtention de photographies en valeurs justes par l'emploi de verres colorés ;* par M. **G. Lippmann**.

« On sait que la photographie actuelle a un grave défaut : elle fournit des images où les valeurs sont très mal rendues, et même en quelque sorte renversées : le bleu, qui est la plus sombre des couleurs, vient en blanc ; le jaune, le vert, le rouge viennent en noir. De sorte que l'on ne voit en clair, dans une photographie, que le bleu, qui vient en blanc, que le blanc, parce que le blanc contient du bleu ; et les autres couleurs ne

viennent qu'en raison de la quantité de bleu qu'elles se trouvent contenir.

» C'est qu'en effet la plaque photographique est très sensible aux rayons bleus et qu'elle l'est très peu aux autres. De sorte que le temps de pose qui est suffisant pour le bleu est très loin d'être suffisant pour les autres rayons colorés. Si, avec un appareil ordinaire, on essayait de prolonger le temps de pose de manière à permettre au vert d'impressionner la plaque, le bleu agirait environ quarante fois trop longtemps et mettrait l'épreuve hors d'usage.

» Aussi cherche-t-on depuis longtemps à modifier les couches impressionnables de manière à les rendre, s'il était possible, plus sensibles au jaune, au vert et au rouge qu'au bleu. Mais on est encore loin d'avoir résolu le problème : même les plaques dites *isochromatiques* ou *orthochromatiques* de Vogel, d'Obernetter, d'Attout-Tailfer, tout en étant plus sensibles au vert et au rouge que les anciennes, sont encore loin de l'être suffisamment.

» En attendant que l'on ait réussi à créer des couches photographiques dont la sensibilité soit semblable à celle de la rétine, j'ai constaté que l'on pouvait se servir des plaques actuelles de manière à obtenir des images à valeurs justes ; il suffit de faire un usage rationnel et *systématique* d'un système de verres colorés.

» Je mets dans la chambre noire une plaque Attout-Tailfer. Devant l'objectif je place une glace bleue et je fais poser le peu de temps nécessaire pour que les rayons bleus de l'image impressionnent les plaques. Ensuite, sans toucher d'ailleurs à l'appareil et en ayant soin de ne pas le déplacer, je substitue à la glace bleue une glace verte, et je continue la pose pendant un temps suffisant pour que le vert, à son tour, impressionne la plaque fortement. La glace verte a été choisie avec le plus grand soin, de façon qu'elle ne laisse pas passer *la moindre trace de bleu*. Dans ces conditions, on peut donner aux rayons verts le temps de pose qui leur est nécessaire, sans avoir à craindre que le bleu, cette fois totalement éliminé, vienne perdre l'épreuve par son action indûment prolongée. Enfin c'est au tour des rayons rouges : on les fait agir en substituant devant l'objectif une glace rouge à la glace verte. Cette glace rouge doit être choisie avec soin, de manière à ne pas laisser passer *la moindre trace* de rayons verts ou bleus.

» Le résultat final de cette triple pose est de donner des photographies claires, sans taches brunes, et dans lesquelles les feuillages verts, les draperies jaunes ou rouges, etc., au lieu de donner des nuances brunes, sont

rendus par un dessin finement modelé comme dans une gravure bien faite.

» On sait qu'on a déjà employé en Photographie des verres jaunes placés sur le trajet des rayons en vue d'éliminer *en partie* la lumière bleue. M. Vogel en donne un exemple : il publie dans son Ouvrage ([1]) une photographie sur plaque à l'azaline obtenue à travers un verre jaune. Le temps de pose de une seconde avait été porté à deux. On en peut conclure que les rayons bleus n'étaient que partiellement éliminés ; l'action des rayons verts purgés de bleu n'eût pas exigé moins de quarante secondes, l'action des rayons rouges moins de mille secondes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Pertes et gains d'azote constatés au champ d'expériences de Grignon de* 1875 *à* 1889; par M. **P.-P. Dehérain.**

« Bien que j'aie déjà, à diverses reprises ([2]), entretenu l'Académie des résultats constatés par les analyses du champ d'expériences de Grignon, je lui demande la permission d'y revenir aujourd'hui : à mesure que les années s'écoulent, les faits se précisent et, en outre, les travaux si intéressants dus à notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Berthelot ([3]), à MM. Hellriegel et Wilfarth ([4]), à M. Bréal ([5]), facilitent les interprétations.

» Le champ d'expériences de Grignon a été tracé, en 1875, dans une pièce sortant de luzerne; on l'a divisé en parcelles d'un are, dont la composition est facile à déterminer précisément à cause de leur faible étendue.

» En 1875, au moment de la création du champ d'expériences, on a pris des échantillons de terre sur un grand nombre de points, on en a composé un échantillon moyen et l'on a trouvé, par kilogramme de terre fine, $2^{gr},04$ d'azote.

» A l'automne de 1878, on a procédé à de nouvelles prises sur un grand nombre de parcelles qui avaient été soumises à des cultures continues.

» Je m'occuperai particulièrement de celles qui n'ont pas reçu d'engrais; elles avaient porté : 21 des pommes de terre, 37 du maïs-fourrage, 5 des betteraves.

([1]) H.-W. Vogel, *La Photographie des objets colorés avec leurs valeurs réelles*, p. 188. Paris, Gauthier-Villars ; 1887.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 198 ; t. CI, p. 273.

([3]) *Ann. de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIII, p. 5 ; t. XVI, p. 433.

([4]) *Ann. agronomiques*, t. XV, p. 5.

([5]) *Ibid.*, t. XIV, p. 481.

» En 1878, le sol de la parcelle **21** donna, comme moyenne de six analyses : 1,77 d'azote par kilogramme, et **37** : 1,67; les pertes étaient considérables. En 1879, on prit des échantillons sur la parcelle **5** : la perte constatée fut encore plus grande; on ne trouva plus que 1,46 d'azote par kilogramme, et sur une parcelle voisine, qui cependant avait reçu du fumier pendant les premières années, 1,50.

» Pour rapprocher ces pertes des prélèvements des récoltes, il faut les calculer pour une surface donnée, par exemple un hectare : les nombres ainsi trouvés ne peuvent servir qu'à des comparaisons, ils ne représentent pas des valeurs absolues, puisque l'épaisseur de la couche de terre qui déterminera le poids de l'hectare est pris arbitrairement et, en outre, parce que les racines s'enfoncent au-dessous de la couche considérée. Les comparaisons toutefois présentent de l'intérêt : j'ai admis que la terre d'un hectare pesait 3850 tonnes, c'est par ce nombre que l'on multiplie les différences trouvées entre les dosages de 1875 et ceux de 1878; les produits sont considérables et bien supérieurs aux prélèvements des récoltes.

» On trouve, en effet :

Numéros des parcelles.	Récoltes.	Pertes d'azote par hectare de 1875 à 1878 ou 1879.	Azote prélevé par les récoltes en 1875-76-77 et 78.
		kg	
21.........	Pommes de terre	1039	198
37.........	Maïs-fourrage	1424	289
1 et **4**......	Betteraves	2079	561
5..........	Betteraves	2233	320

» Il importe de discuter les pertes précédentes pour savoir quelle confiance on doit avoir dans les chiffres qui les représentent.

» Le calcul s'appuie sur les différences constatées entre les chiffres trouvés dans les nombreuses analyses de 1878 et le chiffre primitif 2,04 qu'a donné l'analyse de 1875; si cette dernière analyse est inexacte, le nombre trouvé, mauvais, toutes les différences sont entachées d'erreur.

» Pour m'assurer que je n'avais été victime d'aucune illusion, je choisis, en 1878, deux parcelles riches en azote, dont la teneur avait été déterminée par six dosages concordants : dans l'une on avait trouvé $2^{gr},01$ d'azote par kilogramme; dans l'autre, $2^{gr},08$: on les laissa sans engrais jusqu'à la fin de 1881, où l'on reprit des échantillons; la première, après quatre récoltes de maïs-fourrage, ne renfermait plus que $1^{gr},68$ d'azote, la différence était donc $0^{gr},33$; la seconde, après deux récoltes de pommes de terre et deux de

blé, ne renfermait plus que $1^{gr},69$ d'azote par kilogramme; en ramenant à l'hectare, on trouve, pour la première, une perte de 1270^{kg} d'azote et, pour la seconde, une perte de 1540^{kg}, nombres analogues à ceux qui avaient été constatés en 1878 et 1879.

» Ces exemples suffisent à montrer qu'une terre un peu légère, comme celle de Grignon, peut, lorsqu'elle est cultivée, pendant quelques années, sans engrais, perdre une quantité d'azote bien supérieure aux prélèvements des récoltes.

» Il est bien à remarquer que ces pertes se sont produites sur des terres labourées chaque année, soumises à des façons multipliées qui favorisent l'action de l'air, les oxydations et, par suite, la nitrification; or on sait que les nitrates non utilisés par les végétaux sont entraînés dans les eaux souterraines et leur azote perdu; j'ai voulu savoir si les quantités de nitrates formées pourraient expliquer les pertes d'azote précédentes.

» Cette étude n'a encore été faite qu'au laboratoire, sur des terres maintenues humides ([1]). Les quantités de nitrates formées dans ces conditions, par une terre fertile, sont considérables; dans une série d'observations, qui a duré 189 jours, on a trouvé que la quantité d'azote nitrifiée par un hectare de terre atteindrait 820^{kg}, c'est-à-dire qu'elle serait supérieure aux pertes constatées dans les parcelles du champ d'expériences.

» Si, dans un sol en place, la nitrification présentait la même énergie que dans le laboratoire, on pourrait lui attribuer les pertes signalées plus haut; mais, comme la nitrification s'atténue pendant les périodes de sécheresse, il est vraisemblable que les déperditions ne sont pas dues uniquement à l'activité du ferment nitrique.

» Il est manifeste que si, depuis 1878, les pertes d'azote étaient restées égales à celles qui ont été constatées au début, les sols seraient aujourd'hui d'une stérilité absolue. Il n'en a rien été. Ces pertes se sont atténuées jusqu'à devenir nulles, ou ont même fait place à des gains, et c'est particulièrement sur ce curieux renversement du phénomène que je veux appeler l'attention de l'Académie.

» Pour la parcelle **21** on trouve, en effet, pour les dix années écoulées de 1878 à 1888, les nombres suivants :

Azote perdu par le sol d'un hectare	924^{kg}
Azote utilisé par les récoltes	714^{kg}

([1]) *Annales agronomiques*, t. XIV, p. 289.

» Les pertes non représentées par les récoltes se sont donc beaucoup réduites, il semble même qu'actuellement elles fassent place à des gains. L'azote au kilogramme de terre, après être descendu de $1^{gr},74$ en 1878 à $1^{gr},69$ en 1881, et enfin à $1^{gr},50$ en 1888, est remonté en 1889 à $1^{gr},52$, bien que la récolte d'avoine de 1888 ait été enlevée comme toutes les autres. Pendant les premières années, le sol de cette parcelle a perdu 283^{kg} d'azote chaque année; pendant les dix ans (1879-1888), en défalquant l'azote utilisé par les récoltes, 21^{kg} seulement; il en a gagné cette année 77^{kg}.

» Les faits constatés sur la parcelle 37 sont intéressants : les pertes continuent à se produire de 1878 à 1881; à cette époque, 1^{kg} de terre ne renferme plus que $1^{gr},45$ d'azote. En sept ans, la culture du maïs-fourrage a fait baisser le taux de l'azote de plus d'un quart; de 1881 à 1888, on continue la culture sans engrais; mais, en alternant les récoltes, en 1888, on trouve par kilogramme de terre $1^{gr},48$ d'azote. Sans doute la différence entre ce nombre et celui de 1881 est minime, mais il est à remarquer que les récoltes ont pendant cette période enlevé 590^{kg} d'azote à l'hectare : l'enrichissement est certain.

» En 1889, on a prélevé de nouveaux échantillons : on a trouvé par kilogramme de terre $1^{gr},53$; cette augmentation si rapide m'a étonné. Un nouvel échantillon, analysé pour vérifier le nombre précédent, a donné $1^{gr},52$.

» Le renversement dans le sens du phénomène est donc ici bien manifeste; pendant les premières années, les pertes sont considérables : elles dépassent de beaucoup les exigences des récoltes; puis, quand le sol est tombé à $1^{gr},45$ d'azote, qu'il s'est appauvri, les pertes s'arrêtent et font place à des gains sensibles.

» Ce n'est, cependant, pas sur les terres constamment labourées que ces gains en azote des terres en place se produisent avec le plus de netteté, c'est sur les terres maintenues en prairies.

» En 1879, les parcelles qui, après la culture des betteraves, étaient tombées à $1^{gr},46$ et $1^{gr},50$ d'azote par kilogramme, ont été semées en sainfoin; après trois ans, il a été renouvelé; défriché deux ans après, le sainfoin a été remplacé par une prairie de graminées.

» Les dosages ont donné en grammes d'azote, au kilogramme de terre, les nombres suivants :

	1875.	1879.	1881.	1885.	1888.
	gr	gr	gr	gr	gr
Parcelles 1 ou 4....	2,04	1,50	1,65	1,77	1,98
Parcelle 5.........	2,04	1,46	1,50	1,65	1,81

» Ce qui fournit pour les pertes ou les gains du sol à l'hectare :

	1re période (1875-1879). — Betteraves. — Perte.	2e période (1879-1881). — Sainfoin. — Gain.	3e période (1881-1885). — Sainfoin et graminées. — Gain.	4e période (1885-1888). — Prairie de graminées. — Gain.
	kg	kg	kg	kg
Parcelles 1 ou 4.....	2079	577	462	808
Parcelle 5..........	2233	154	577	616

» Les quantités d'azote utilisées par les récoltes ont été, en outre, les suivantes :

	2e période.	3e période.	4e période.
	kg	kg	kg
Parcelles 1 ou 4..................	488	477	255
Parcelle 5.........................	351	354	213

» Pour la période entière, de 1879 à 1888 :

	Gain par le sol.	Gain par les plantes.	Gain total.
Parcelles 1 ou 4...........	1847	1220	3067
Parcelle 5................	1347	918	2265

» Si nous ne considérons que le gain fait par le sol, il serait de 184^{kg} ou de 134^{kg} par an, inférieur aux pertes constatées chaque année au début des essais.

» Il semble donc que nous voyions en lutte dans la terre arable deux actions opposées : l'une déterminant la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol, l'autre sa disparition; parmi ces dernières, la nitrification me paraît la plus active, et il était naturel de chercher si, dans les terres où j'observe l'accroissement de l'azote, la nitrification cessait de se produire.

» La formation de l'acide nitrique ne suit pas dans ces terres [1] la même marche que dans une terre fertile; au lieu d'être rapide au début, puis de s'atténuer peu à peu, pour reprendre ensuite une nouvelle activité, la présence des nitrates ne s'accuse qu'après une assez longue incubation; dans le cas de la terre de prairies, il a fallu attendre deux mois avant de voir les nitrates apparaître; peu à peu, cependant, la nitrification s'est

---

[1] *Annales agronomiques*, t. XIV, p. 310.

établie et les quantités formées à la fin des essais étaient analogues à celles que donne cette terre fertile; ce n'est donc pas l'épuisement de matière nitrifiable qui pourrait expliquer comment les gains surpassent les pertes; mais peut-être cependant la nitrification cesse-t-elle de se produire dans ces terres par suite de la disparition de l'humus, qui entraîne sans doute une dessiccation complète pendant les chaleurs de l'été; il est curieux de voir, en effet, que les récoltes de ces parcelles sont absolument soumises aux influences climatériques; passables pendant l'année humide de 1888, elles ont été détestables pendant l'année sèche de 1887.

» J'ai dit que le gain d'azote s'était produit aussi nettement pendant que la prairie portait des graminées que pendant qu'on y cultivait du sainfoin; or les légumineuses seules portent sur leurs racines des tubercules à bactéries; les graminées doivent trouver dans le sol de l'azote combiné, et il est vraisemblable qu'il y est introduit par les micro-organismes dont M. Berthelot a découvert les fonctions.

» En résumé, les observations recueillies au champ d'expériences de Grignon ont conduit aux conclusions suivantes:

» Toutes les parcelles renfermant des quantités notables d'azote combiné (2^{gr} par kilogramme) cultivées sans engrais ont perdu des quantités considérables d'azote.

» Ces pertes surpassent de beaucoup les prélèvements des récoltes : elles sont loin d'être égales pour toutes les cultures : très rapides pour les sols qui ont porté des betteraves; un peu plus lentes pour le maïs-fourrage, elles ont été encore plus tardives pour les sols qui ont porté des pommes de terre et du blé.

» Quand, après plusieurs années de culture sans engrais, les terres ont été appauvries jusqu'à ne plus renfermer que de $1^{gr},45$ à $1^{gr},50$ d'azote par kilogramme, les pertes ont cessé et les terres au contraire ont gagné de l'azote. Ce gain, médiocre pour les terres soumises à des cultures variées, a été considérable pour les parcelles portant des prairies. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les discriminants des résolvantes de Galois.* Note de M. F. Brioschi.

« On peut donner, comme il est connu, aux trois résolvantes de Galois la forme commune

$$f(x) = A^3 B + \overline{12}^3 J = 0,$$

et, en posant

$$C = \frac{1}{\rho}\left(A\frac{dB}{dx} + 3B\frac{dA}{dx}\right),$$

cette autre

$$C^2 D = \overline{12}^3 (1 - J),$$

A, B, C, D étant des polynômes en x, et ρ un coefficient numérique égal au degré de la résolvante. Les valeurs de A, B, C, D sont, pour $n = 5$,

$$A = x - 3, \qquad B = x^2 - 11x + 64, \qquad C = x^2 - 10x + 45, \qquad D = x;$$

pour $n = 7$,

$$A = x^2 + 7\omega x - 7(\omega + 3), \qquad B = x, \qquad C = x^2 + 4\omega x - (\omega + 3),$$
$$D = x^3 + 13\omega x^2 - (46\omega + 11)x - 27(5\omega - 2)$$

étant $2\omega + 1 = \sqrt{-7}$; et pour $n = 11$,

$$A = x^3 + x^2 - 3(\omega + 1)x - (\omega - 3), \qquad B = x^2 - 3x - 2(\omega - 2),$$
$$C = x^4 - 2x^3 - 3\omega x^2 + 2(\omega + 3)x - 3(\omega + 3),$$
$$D = x^3 + 4x^2 - (5\omega - 1)x - 2(6\omega + 1),$$

dans lesquelles $2\omega + 1 = \sqrt{-11}$.

» Pour chacune de ces résolvantes, on a

$$f'(x) = \rho A^2 C;$$

en conséquence, en indiquant par Δ le discriminant, on trouve

Pour $n = 5$ .... $\Delta = \overline{12}^{12} J^2 (1 - J)^2$,
» $n = 7$ .... $\Delta = \overline{12}^{18} J^4 (1 - J)^2$,
» $n = 11$ .... $\Delta = \overline{12}^{30} J^6 (1 - J)^4$,

où, dans les trois cas, le discriminant est un carré. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Développement souterrain, semences et affinités des Sigillaires*. Note de M. GRAND'EURY.

« On sait que la plus grande divergence de vues persiste au sujet de la place qu'occupent les Sigillaires dans la méthode naturelle.

» Après la découverte de l'une de ces tiges, le *Sigillaria Brardii* Br.,

avec du bois silicifié à structure rayonnante, elles furent, par Brongniart, Göppert et leurs disciples, considérées comme appartenant au groupe des Gymnospermes et rapprochées des Cycadées. Alors on pensait que les *Lepidodendron,* dont la fructification est celle des Lycopodiacées, avaient tous l'organisation beaucoup plus simple du *Lep. Harcourti,* et l'on ignorait que les Cryptogames vasculaires vivantes fussent susceptibles de produire du bois centrifuge.

» Cependant Goldenberg et Schimper ont rapproché les Sigillaires des *Isoëtes;* M. Williamson n'a cessé, depuis plus de quinze ans, de soutenir, en s'appuyant sur de nombreuses préparations anatomiques, que les *Lepidodendron* prennent avec l'âge du bois rayonnant, et que les *Sigillaria* sont des Cryptogames. M. Zeiller a reconnu des épis de Sigillaire portant des macrospores.

» Néanmoins, la thèse contraire a pu se défendre par les détails de la structure, qui éloignent en tout cas les Sigillaires des Lépidodendrées.

» Les études que m'ont chargé de faire les Compagnies houillères du Gard m'ont permis de réunir, grâce à des circonstances de gisement très favorables, beaucoup de faits de nature à élucider les questions controversées touchant les affinités des plantes carbonifères les plus anomales.

» Dans la présente Note, je me propose de montrer que, par les caractères principaux du développement unis à ceux de la reproduction, les Sigillaires sont des Cryptogames élevées en organisation.

» Les nombreuses forêts fossiles de Champclauson (Gard) et les carrières de Méous (Loire), où se trouvent les mêmes Sigillaires de la section des *Leiodermariæ,* m'ont révélé le mode de végétation souterraine de ces végétaux, leur organisation générale et jusqu'à leur fructification. A Champclauson, j'ai même pu suivre un Sigillaire des racines aux feuilles encore attachées. Il sera décrit dans la flore fossile du bassin houiller du Gard sous le nom de *Sigillaria Mauricii.*

» Jusqu'à ce jour, on n'avait pas constaté comment naissent les tiges de Sigillaires. Un certain nombre d'observations m'ont fait reconnaître trois stades de développement assez bien tranchés.

» 1° La tige se présente d'abord sous la forme de gros bulbes non différenciés, d'une espèce et même d'un genre à l'autre, et présentant quatre renflements à la base arrondie. Plusieurs d'entre eux ont été trouvés en rapport, par la base, avec des rhizomes stigmarioïdes, et, pour moi, il n'y a pas de doute que lesdits bulbes, groupés en colonies, n'aient tiré leur première nourriture de ces rhizomes, maintenant affaissés et vagues, mais

néanmoins certains, comme on pourra s'en assurer sur un échantillon destiné au Muséum.

» Les bulbes, variant de $0^m,15$ à $0^m,50$ de diamètre, se dressent perpendiculairement aux bancs de rocher, sur une hauteur de $0^m,50$ à 1^m, avec une surface finement ridée où ne se distinguent que des saillies peu précises pouvant ne représenter que des organes avortés, car on ne découvre aucun appendice attaché à ces tiges *in loco natali*.

» 2° Les renflements de la base, au nombre de quatre, s'allongent, et, vue en dessous, la tige offre nettement la disposition en croix plusieurs fois constatée des jeunes racines de Sigillaires. Ces racines prennent de plus en plus la forme de *Stigmaria;* mais, à cet état du développement, elles paraissent dépourvues de radicelles. La tige qui s'allonge en même temps ne porte pas encore de cicatrices foliaires bien nettes.

» 3° Aux mêmes endroits sont implantés de puissants troncs de Sigillaires de 1^m à $1^m,50$ de diamètre, étalant, en bas, de grosses racines ramifiées de *Stigmariopsis*, et prolongés en haut par une tige de *Syringodendron* souvent de beaucoup plus petit diamètre.

» Des racines principales étalées de la base, qui ont parfois plus de $0^m,30$ d'épaisseur, naissent au-dessous de grosses racines coniques, pivotantes, également ramifiées. Les extrémités seules des unes et des autres sortent des radicelles de *Stigmaria* obliques qui traversent le lit de schiste et même les empreintes qui y sont couchées. Ce lit de schiste bombe fortement sous le tronc.

» Dans cet état de plein développement de tiges qu'on ne saurait collectionner facilement, j'ai trouvé, — et je puis en appeler au témoignage de M. le comte de Solms qui en a fait la constatation avec moi, — tombés au fond de quelques troncs, un certain nombre de cylindres vasculaires se dirigeant dans les grosses racines et quelques-uns dans les petites, de manière à ne pouvoir douter de leur commune dépendance. Ces axes creux, représentés par un anneau charbonneux de 2^{mm} à 4^{mm} et dont le diamètre varie suivant la force des racines de $0^m,10$ à $0^m,01$, sont cannelés régulièrement en dedans de leur enveloppe de houille et présentent à la surface de celle-ci de petites saillies en quinconce. Le tissu, bien que converti en houille, représente, suivant toute apparence, du bois de Sigillaire. Tout fait supposer que ces axes sont issus les uns des autres par une attache effilée, et les plus gros d'un axe central, comme en présentent quelques tiges de Sigillaires couchées dans le voisinage et paraissant s'être détachées des troncs debout. Dans les bulbes, en effet, on ne ren-

contre qu'un axe vasculaire unique aboutissant au centre de leur base d'attache aux rhizomes.

» D'un autre côté, les troncs de Sigillaires prennent, à la partie supérieure, la forme de *Syringodendron*, c'est-à-dire de tiges à enveloppe charbonneuse marquée de glandes simples ou géminées sur les deux faces, sans cicatrices foliaires. J'ai été assez heureux pour constater que ces restes fossiles, très communs dans l'étage supérieur du Gard, représentent tout simplement la couche interne subéreuse d'écorces dont l'épiderme et les cicatrices foliaires se sont détachées pendant la macération qui a précédé le dépôt. C'est ainsi que les *Syringodendron cyclostigma, pachyderma, Brongniarti*, s'identifient aux *Sigillaria Lepidodendrifolia, Mauricii, affinis*.

» Pour revenir au développement souterrain des Sigillaires, j'ajouterai que, si leurs racines sont le plus souvent exiguës, cela n'empêche pas que quelques troncs ne m'en aient offert de 1^m à 2^m de longueur, rampantes et intermédiaires entre les *Stygmariopsii* et les *Stigmaria ;* j'ai même dégagé dans le mur d'une couche de houille des *Stigmaria ficoides* Br., de 5^m à 10^m de longueur, bifurqués et divergeant tout autour d'une base arrondie que je n'ai pas vue s'élever sous la forme d'une tige, mais dans le Lancashire pareils *Stigmaria* ont été trouvés attachés à la base d'un tronc de Sigillaire.

» Par là, on voit que les Sigillaires nés de *Stigmaria*, comme a été amené à le supposer M. Renault, en pouvaient émettre à leur tour. Mais ce cas est rare dans les forêts fossiles : les *Stigmaria* se sont généralement développés sans tiges dans l'*underclay* des couches de houille du terrain houiller moyen et même dans le charbon; ces rhizomes se rencontrent exclusivement dans les couches plus anciennes du culm où ils ont fait leur première apparition.

» Le développement indéfini des *Stigmaria* dans l'eau et dans la vase, leur structure caulinaire, la constitution foliaire du faisceau vasculaire des appendices, les axes vasculaires creux que j'ai bien des fois trouvés dans les racines de *Syringodendron*, tout tend à établir que ces organes sont indistinctement des rhizomes et que les Sigillaires n'avaient pas de racines réelles, ainsi que les *Psilotum*. Rien de pareil ne se voit parmi les Gymnospermes.

Or, j'ai trouvé plusieurs fois attachés au *Sig. Brardii* des espèces de *Sigillariostrobus fastigiatus* Göpp. et découvert des épis en tout semblables avec des macrospores tétraédriques incluses. Le *Sigillariostrobus rugosus*

Gr. en contient de plus grosses et lenticulaires connues sous le nom de *Flegmingitus*. Je puis dire que j'en ai trouvé dans les épis de la plupart des espèces de Sigillaires du terrain houiller supérieur.

» En outre, au milieu des débris pêle-mêle de Sigillaires entassés parfois, presqu'à l'exclusion de toutes autres plantes, notamment au mur de la couche des *Lavoirs* à Champclauson, de la couche Michel à Saint-Jean, de la troisième couche de Gagnières, etc., on ne trouve que des macrospores sans graines, et cela d'une manière si constante qu'il serait bien difficile de douter que ce ne soient les semences des Sigillaires avec les organes desquels elles sont intimement mélangées et en quelque façon connexes.

» Tout concourt aussi à démontrer que les Sigillaires se sont reproduits par spores.

» Les deux caractères essentiels tirés du développement et de la reproduction leur assignent donc de concert une place parmi les Cryptogames vasculaires, en dépit de la structure radiée du bois, qui constitue un caractère de second rang.

» Mais, si les Sigillaires sont des Cryptogames, ils ne se rattachent à aucun type vivant et forment une famille de plantes fossiles ayant entièrement disparu à la fin de la période paléozoïque.

» Ces singuliers végétaux se ressemblent tous par les feuilles. Ils ne se sont différenciés spécifiquement que par la forme et l'arrangement des cicatrices foliaires persistant sur les tiges. Les cônes de reproduction ont moins varié; plusieurs espèces de tiges ont porté la même espèce de cônes, du moins autant que l'état fossile permet d'en juger. Quant aux rhizomes, ils appartiennent à un petit nombre de types irréductibles correspondant chacun à un genre de tiges. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de l'année 1889 et de proposer des questions de prix.

Prix Montyon (Arts insalubres). — MM. Troost, Schlœsing, Peligot, Schützenberger et Fremy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouchard et Charcot.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Marcel Deprez, Cailletet, Bornet et Becquerel réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Berthelot et Phillips.

Prix Gegner. — MM. Brown-Séquard, Chauveau, Bouchard, Bertrand et Larrey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et Hermite.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques). — MM. Hermite, Poincaré, Darboux, Bertrand et Halphen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Sarrau.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles). — MM. de Quatrefages, Duchartre, Edwards, Blanchard et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Ranvier.

Commission chargée de présenter une question de *Grand prix des Sciences physiques* pour l'année 1891. — MM. de Quatrefages, Duchartre, Blanchard, Edwards et Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et Cornu.

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les conditions de réceptivité de l'appareil urinaire à l'invasion microbienne.* Note de M. **F. Guyon**.

« L'action des micro-organismes dans les accidents infectieux de l'appareil urinaire a été démontrée par des recherches récentes. L'observation clinique fait cependant voir qu'il y a des différences considérables dans l'aptitude à l'infection. Elles dépendent de la variété et des propriétés diverses des micro-organismes, mais aussi de conditions pathologiques multiples qui créent la prédisposition morbide.

» La rétention d'urine, les lésions traumatiques ou spontanées de l'urètre, de la vessie, des uretères et des reins, tout ce qui modifie la nutrition et le fonctionnement normal de ces organes fournissent les conditions voulues pour la mise en état de réceptivité de l'appareil urinaire.

» Je me borne aujourd'hui à indiquer les résultats que m'a donnés l'é-

tude du rôle pathogénique de la rétention d'urine. Les notions positives qu'elle fournit permettent de poser dans leur généralité les termes principaux de la question.

» Nombre de malades se sondent ou sont sondés dans les conditions les mieux faites pour permettre l'inoculation. Chez beaucoup, de longues années se passent sans accident apparent, l'inoculation restant localisée à la vessie. Chez d'autres, l'infection rapide de l'appareil urinaire tout entier est la conséquence prochaine, parfois immédiate, d'un cathétérisme pratiqué sans précautions antiseptiques.

» La forme de rétention que j'ai décrite autrefois sous la dénomination de *rétention d'urine incomplète avec distension* fournit, au plus haut degré, les conditions de réceptivité que je viens d'indiquer. Dans ces cas, que l'étude clinique n'avait pas séparés du groupe nombreux des rétentions, j'ai fait voir quelle pouvait être l'influence de la tension de la vessie sur l'état anatomique et fonctionnel des reins et à quel degré les troubles qui en résultent retentissent sur l'appareil digestif. Ces malades, qui ont la vessie distendue à l'extrême, rendent cependant une quantité exagérée d'urine, leur nutrition se trouble profondément, ils prennent l'aspect que déterminent les lésions organiques. Ils affectent les caractères de cet état complexe que j'appelle *cachexie urinaire* ou, du moins, de l'une de ses formes, la forme non septique. L'évolution morbide s'accomplit en effet à l'état aseptique, les uretères ne contiennent pas de micro-organismes, la fièvre manque. Mais il suffit que le cathétérisme soit fait sans les précautions rigoureuses qui empêchent l'introduction des germes pour que l'infection s'étende rapidement à tout l'appareil. Les conditions présentées par ces malades peuvent se résumer ainsi : stase de l'urine avec dilatation s'étendant du glomérule au col de la vessie; troubles de la nutrition locale dus à l'artério-sclérose et au ralentissement de la circulation, état congestif permanent; troubles généraux dus à la perturbation des actes digestifs. Il y a donc un milieu stable qui favorise la culture des micro-organismes, des lésions anatomiques qui facilitent leur ascension dans les uretères et dans les reins. Tout est prêt pour la multiplication de l'agent infectieux, tout assure sa propagation aux uretères et aux reins.

» Dans la rétention aiguë complète, l'urgente nécessité de l'intervention modifie grandement les conditions de réceptivité. Elle varie néanmoins suivant ses variétés. La rétention des rétrécis ne saurait être comparée à celle des prostatiques. Les premiers sont des sujets jeunes à vessie fortement musclée; les seconds sont plus ou moins âgés, toujours athéroma-

teux, leurs tissus sous le coup de troubles de la nutrition. Chez les uns et les autres cependant, à moins de lésions surajoutées, de traumatismes, l'infection, lorsqu'elle se produit, se localise à la vessie. Il est fort rare qu'elle soit durable chez les rétrécis. La stase de l'urine a bientôt complètement cessé. Aussi voit-on l'état ammoniacal le plus prononcé, des accidents fébriles graves disparaître d'eux-mêmes, par le seul fait du rétablissement intégral de la miction. Chez les prostatiques, l'inoculation de la vessie persiste habituellement, mais ne s'étend que plus ou moins tard aux uretères et aux reins. Elle en prend d'autant moins possession que l'évacuation artificielle sera mieux assurée.

» Le rôle de la rétention qu'affirme la clinique est également démontré par l'expérimentation. J'ai introduit dans la vessie du lapin et du cobaye des cultures pures de microbes pathogènes. Après vingt-quatre ou trente-six heures on ne retrouvait plus dans les urines les microbes injectés, et chez les animaux sacrifiés la vessie et tout l'appareil urinaire étaient indemnes de lésions. Pour que la vessie reste habitée pendant quelques jours et présente un léger degré de cystite, il faut employer des doses massives d'organismes très virulents, les répéter à plusieurs reprises, et même alors les organismes ne dépassent pas la vessie, les voies urinaires supérieures restent indemnes.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai déterminé chez le lapin et le cobaye des rétentions simples par ligature de la verge. Ils sont morts spontanément par rupture de la vessie ou ont été sacrifiés après vingt-quatre ou trente-six heures. On observe la tension de la vessie, de très riches arborisations vésicales, quelques ecchymoses, la dilatation des uretères et leur tension, la congestion rénale, surtout marquée au niveau de la voûte sus-pyramidale. A l'examen bactériologique, on ne trouve aucun micro-organisme.

» En injectant des cultures de microbes pyogènes, en même temps qu'on pratique la ligature de la verge, on observe le gonflement œdémateux et le dépoli de la muqueuse, pour peu que le lien reste en place de six à douze heures. Lorsque cette rétention est trop temporaire, l'expérience est négative. Si la ligature de la verge est prolongée pendant vingt-quatre heures, la cystite est constante. Dans deux expériences, les microbes injectés se trouvaient jusque dans l'urine des bassinets.

» Ces faits démontrent que la rétention d'urine favorise l'infection de l'appareil urinaire, en rendant effective l'inoculation microbienne. La réceptivité de cet appareil est en raison même du degré et de la durée de la

rétention. Les lésions qu'elle détermine, aussi bien dans la forme aiguë que dans la forme lente, favorisent l'action des agents pathogènes; elles rendent plus durables et plus graves les effets de l'infection.

» L'étude clinique et expérimentale de la rétention fournit une démonstration non moins importante. Elle prouve que l'infection reconnaît le plus ordinairement pour cause l'inoculation directe de la vessie par les instruments. L'évolution aseptique des rétentions lentes abandonnées à elles-mêmes, l'infection fatale à la suite d'une intervention septique, la facilité avec laquelle l'état aseptique peut être maintenu en recourant uniquement à l'antisepsie chirurgicale, sont particulièrement démonstratives.

» Chez ces malades à réaction si sensible, de même que dans l'état normal, l'urètre ne livre pas passage aux germes; ils ne pénètrent dans la vessie que s'ils y sont directement introduits. Pour le démontrer expérimentalement, j'ai déterminé la rétention d'urine en sectionnant la moelle chez deux lapins. L'un des animaux reçut dans la vessie une injection de culture du *Bacterium pyogenes;* l'autre ne fut point injecté. Tous deux sont morts après quarante et quarante-huit heures. Ils avaient la vessie énormément distendue : celui qui avait reçu l'injection microbienne avait de la cystite œdémateuse, les urines de l'autre étaient aseptiques.

» C'est donc à l'antiseptie locale qu'il appartiendra presque toujours de mettre sûrement l'appareil urinaire à l'abri de l'infection. Mais c'est des lésions préexistant à l'introduction des germes et en particulier de la rétention d'urine que dépend la réceptivité. »

CORRESPONDANCE.

M. **Hermite** fait part à l'Académie de la mort de M. *Paul du Bois-Reymond,* professeur à l'École technique supérieure de Berlin, décédé le 7 avril, à Fribourg en Brisgau, après une courte maladie.

« L'Analyse doit à M. du Bois-Reymond de nombreux et importants travaux sur la formule de Fourier, sur la théorie générale des séries, la théorie des équations aux différences partielles, et un Ouvrage de Philosophie mathématique intitulé : « Théorie générale des fonctions », et dont la première Partie a pour objet la « Métaphysique et Théorie des concepts mathématiques fondamentaux : grandeur, limite, argument et fonction ». C'est à l'éminent analyste que notre illustre Correspondant M. Weier-

strass a fait la Communication restée si célèbre d'une fonction continue qui n'a point de dérivée, et l'on peut rapprocher de ce résultat important celui qu'a obtenu M. du Bois-Reymond à l'égard de la formule de Fourier, en établissant le premier l'existence de fonctions continues qu'il est impossible de représenter par cette formule.

» La mort prématurée de ce savant géomètre est une grande perte pour la Science; il laisse d'unanimes regrets à ses amis, à ses élèves et à tous ceux qui l'ont connu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la théorie des fractions continues algébriques.* Note de M. **S. Pincherle**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« I. Soient $\sum \frac{a_\nu}{x^{\nu+1}}$, $\sum \frac{b_\nu}{(x-x_0)^{\nu+1}}$ deux développements de la même fonction; le second est donc la *continuation analytique* du premier, et l'on a

$$b_\nu = a_\nu - \nu a_{\nu-1} x_0 + \frac{\nu(\nu-1)}{1.2} a_{\nu-2} x_0^2 - \ldots + (-1)^\nu a_0 x_0^\nu.$$

Les coefficients b_ν forment par conséquent un des systèmes de polynômes étudiés par M. Appell (*Annales de l'École Normale*, 2e série). Mais ce qui importe, c'est que b_n ne dépend que des a_ν d'indice égal ou inférieur à n. Il en résulte que, si l'on développe l'une quelconque des deux séries en fraction continue, la réduite $n^{\text{ième}}$ développée en série de puissances, soit de x, soit de $x - x_0$, coïncide jusqu'au $2n^{\text{ième}}$ terme inclusivement avec l'une ou l'autre des séries données. En d'autres termes, cette réduite exprime avec la même approximation formelle, soit la série $\sum \frac{a_\nu}{x^{\nu+1}}$, soit l'une de ses continuations analytiques.

» II. Soit une équation différentielle linéaire

$$p_0 f + p_1 \frac{df}{dx} + \ldots + p_m \frac{d^m f}{dx^m} = \mathrm{F}(x),$$

où $\mathrm{F}(x)$ est régulière pour $x = \infty$ et p_i a pour $x = \infty$ au plus un pôle d'ordre i. Cette équation admet une intégrale uniforme et régulière dans le domaine de $x = \infty$. Comme la détermination des coefficients de cette intégrale, jusqu'au $2n^{\text{ième}}$, ne dépend que des $2n$ premiers coefficients des

p_i et de $F(x)$, on peut remplacer $\frac{p_i}{x^i}$ et $F(x)$ par leurs $n^{\text{ièmes}}$ réduites, et l'on obtient l'intégrale approchée jusqu'aux termes d'ordre $2n$, inclusivement.

» III. En appliquant à une équation linéaire de la forme précédente (mais où les p_i sont rationnelles) la transformation de Laplace, on trouve l'intégrale approchée d'une équation (à second membre holomorphe et à coefficients rationnels) sous la forme

$$\Sigma A_\mu e^{\alpha_\mu x} \qquad (\mu = 1, 2, \ldots, n);$$

en appliquant à la même équation la transformation d'Euler,

$$\varphi(x) = \int_0^1 f(y) y^{x-1}\, dy,$$

on obtient une équation linéaire aux différences, dont une intégrale approchée a la forme

$$\frac{1}{x} \Sigma A_\mu F(1, x, x+1, \alpha_\mu) \qquad (\mu = 1, 2, \ldots, n),$$

où $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ est la série de Gauss.

» IV. Enfin, si λ est une courbe fermée et $\frac{G(x, y)}{H(x, y)}$ une fonction rationnelle, j'obtiens une solution approchée de l'équation où $\varphi(y)$ est l'inconnue

$$\int_{(\lambda)} \frac{G(x, y)}{H(x, y)} \varphi(y)\, dy = F(x),$$

au moyen de l'intégrale normale abélienne de deuxième espèce attachée à l'équation algébrique $H(x, y) = 0$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Deux éruptions observées sur le Soleil en septembre* 1888; par le P. **Jules Fényi.**

« En prenant la liberté de faire parvenir à l'Académie cette Communication, j'insisterai sur la violence extrême qui caractérise les éruptions dont je vais parler, sur les phénomènes singuliers qui les ont accompagnées, et surtout sur ce fait que jamais de semblables phénomènes n'ont été observés à l'époque du *minimum*.

» La première éruption eut lieu, le 5 septembre, entre 5^h et 6^h du soir

(temps moyen de Kalocsa), sous la position héliographique de $-18°$ au bord est du Soleil. Le phénomène fut observé dès son premier abord, et je le poursuivis avec soin dans son rapide développement en faisant des esquisses et en prenant des mesures exactes avec un micromètre à fil. De $6^h 6^m$ à $6^h 19^m$, la protubérance, d'un éclat éblouissant, s'éleva de la hauteur de $25''$ à la hauteur de $151'',4$ sur le bord du Soleil. La plus grande vitesse fut observée dans la dernière période de mesurage entre $6^h 15^m$ et $6^h 19^m$; elle atteignit en moyenne 171^{km} par seconde. Le bras sud de la protubérance contenait des vapeurs de plusieurs métaux; j'ai distingué, outre deux raies rouges très brillantes d'un élément inconnu, dont l'une était entre B et C, l'autre entre B et a, les raies D_1, D_2 du sodium, la raie du baryum de longueur d'onde 6140,6, les raies du fer 5446, 5454, 5327,5 d'après Angström, et la raie de la Couronne. Ces vapeurs semblaient constituer le noyau du bras dans sa partie inférieure, non seulement au fond, mais encore à une hauteur notable, et elles étaient d'un tel éclat, que je pus voir dans ces raies, avec une fente fort ouverte, une petite protubérance et mesurer sa hauteur; cette hauteur atteignit $11''$ dans la raie du fer, 5327,5, $19''$ dans la raie de la Couronne et $15''$ dans la raie du sodium.

» La vitesse d'ascension, quelque grande qu'elle soit, n'est d'ailleurs pas inouïe au Soleil : aussi a-t-on observé, à l'occasion des éruptions, des vapeurs de sodium et de magnésium, à quelque hauteur; mais, que les vapeurs du fer et du baryum soient entraînées à des hauteurs aussi élevées que celles qui viennent d'être mentionnées, qu'une petite protubérance se soit présentée au mesurage dans cette raie, tout cela est un phénomène extraordinaire, même à l'époque du *maximum* de l'activité solaire.

» Ce qui prête aussi à la vitesse observée un intérêt spécial, c'est l'époque où elle a été observée. Nous nous trouvons à présent, autant que les observations des taches permettent d'en juger, au milieu du minimum de l'activité solaire; depuis plusieurs mois déjà, avant l'éruption violente dont je traite, un calme universel semblait régner sur le Soleil. Le même calme succéda à ladite éruption, même à l'endroit où elle se passa. Le lendemain, 6 septembre, en observant cet endroit presque continuellement jusqu'à midi, je ne pus découvrir autre chose que les petites agitations très communes que l'on rencontre toujours au-dessus des foyers de taches.

» D'autant plus surprenante fut l'éruption plus grande encore qui éclata alors à $11^h 45^m$, presque au même endroit du bord solaire. C'était une éruption rapide et d'une extrême violence, ressemblant en tout à une explosion dans l'intérieur du Soleil. Je ne disposai que de six minutes et

demie pour prendre quelques mesures avec le micromètre à fil et faire des esquisses. Dans cet intervalle, la protubérance éblouissante monta de 37″ à 158″ de hauteur; entre 11^h45^m et $11^h46^m30^s$, elle avait une vitesse moyenne de $296^{km},8$ par seconde. J'aperçus en outre qu'elle brillait aussi dans la raie rouge entre B et C; mais il me fut impossible cette fois de poursuivre des observations de ce genre; après une durée de quatorze minutes, le phénomène avait entièrement disparu. Je ne pus pas même, avec une fente étroite, retrouver aucune trace dans toute l'étendue où la protubérance s'était développée. Le calme se produisit de nouveau et persista tout le courant de l'après-midi. Il n'est pas nécessaire de discuter sur l'importance que donne à ce phénomène l'époque du *minimum* à laquelle il a eu lieu. En outre, ces deux phénomènes très rares s'étant passés presque en même temps, séparés par le court intervalle de dix-huit heures seulement, ils doivent sans doute être en relation entre eux. Mais se sont-ils produits exactement au même point du Soleil ou non? On ne peut prendre en considération que l'identité de la latitude héliographique. J'ai pris des positions exactes; le spectroscope resta toute la nuit fixé au télescope. En tenant compte des corrections et des réductions nécessaires afin de pouvoir confronter les deux endroits où les éruptions eurent lieu, je trouvai qu'il y avait entre les limites méridionales des deux éruptions une différence de 4°26′ au bord du Soleil.

» Comme la base des protubérances n'atteignit que 3°, il s'ensuit que ces deux phénomènes, voisins l'un de l'autre, ne se couvrent en aucune partie. S'il existe un rapport intime entre deux éruptions aussi rapprochées, leur origine commune devra être cherchée dans de plus grandes profondeurs du Soleil ([1]). »

OPTIQUE. — *Sur les lois de l'absorption de la lumière dans les cristaux.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« L'étude des variations des spectres d'absorption avec la direction des vibrations lumineuses dans les cristaux conduit à représenter la racine carrée de l'intensité de la lumière observée dans différentes directions au travers d'une épaisseur constante d'un cristal, et pour des vibrations de

([1]) Les dessins des protubérances décrites dans cette Note seront publiés ultérieurement.

longueur d'onde déterminée, qui à leur sortie sont parallèles aux vibrations incidentes, par l'expression

$$\sqrt{i} = a\cos^2\alpha + b\cos^2\beta + c\cos^2\gamma,$$

α, β, γ étant les angles des vibrations avec les axes principaux d'absorption correspondants, et a^2, b^2, c^2 les intensités observées quand les vibrations coïncident successivement avec chacun de ces axes. Cette expression a déjà été signalée dans des recherches que j'ai communiquées à l'Académie ([1]). Les déterminations qui suivent montrent à quel point la formule satisfait aux observations expérimentales.

» Le cristal choisi pour ces vérifications a été l'épidote verte dont j'ai déterminé les directions principales d'absorption des diverses bandes; les résultats de cette étude préliminaire ont été présentés récemment à l'Académie ([2]).

» En se bornant à étudier les variations de l'absorption à égalité d'épaisseur, pour diverses orientations des vibrations lumineuses dans le plan de symétrie, la formule à vérifier devient

$$\sqrt{i} = a\cos^2\alpha + b\sin^2\alpha.$$

» Les mesures photométriques ont été faites par l'une des méthodes décrites dans les recherches rappelées plus haut; devant la fente d'un spectroscope muni d'un prisme biréfringent, on faisait tourner un petit cylindre d'épidote parallèle à l'axe de symétrie, et plongeant dans du sulfure de carbone; le prisme biréfringent était orienté de manière que le plan de polarisation de l'une des images fût parallèle à l'axe de symétrie de l'épidote; au moyen d'un polariseur mobile, on amenait les deux spectres à avoir même intensité dans une région déterminée, et l'angle du plan de polarisation incident avec ceux du prisme biréfringent permettait de calculer, par rapport à l'intensité constante de la vibration parallèle à l'axe, l'intensité observée pour diverses directions de la vibration dans le plan g_1. Les observations ont porté principalement sur la région verte où apparaît la bande d'absorption que j'ai désignée par β dans la Note citée plus haut.

» Le Tableau qui suit donne, pour quelques-unes des nombreuses séries

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 198, et t. CIV, p. 165; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 170.

([2]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 282.

d'expériences, la comparaison entre les nombres observés et les nombres calculés par la formule ci-dessus. Les valeurs différentes observées d'une série à l'autre pour les mêmes directions correspondent soit à des différences dans la longueur d'onde des rayons incidents, soit à de petites variations de la largeur de la fente du spectroscope et de sa position par rapport à l'axe du cylindre [1]; les séries 3, 4 et 5 se rapportent à la longueur d'onde moyenne $\lambda = 543$; les orientations sont définies, comme je l'ai fait antérieurement, par leur angle compté à partir de la bissectrice obtuse des axes rouges, dans le sens de la dispersion des axes.

Absorption de l'épidote dans le plan de symétrie.

Séries.		Racine carrée de l'intensité : $\sqrt{i} = a\cos^2\alpha + b\sin^2\alpha$.									
		1.		2.		3.		4.		5.	
Azimuts.	α.	Observ.	Calc.	Observ.	Calc.	Observ.	Calc.	Observ.	Calc.	Observ.	Calc.
− 21°.23′	0°	5,37	*b*	»	»	3,40	*b*	3,43	*b*	»	»
23.37	45	14,30	14,37	»	»	9,33	9,36	9,20	9,16	»	»
38.37	60	»	»	»	»	12,31	12,34	»	»	11,78	11,71
68.37	90	23,37	*a*	17,08	*a*	15,32	*a*	14,92	*a*	14,48	*a*
98.37	120	»	»	»	»	»	»	»	»	11,50	11,71
113.37	135	»	»	»	»	9,43	9,36	9,11	9,16	»	»
128.37	150	»	»	»	»	»	»	6,33	6,28	»	»
138.37	160	»	»	5,56	5,64	»	»	»	»	»	»
158.37	180	»	»	4,11	*b*	»	»	3,39	*b*	3,39	*b*

» On voit combien les nombres calculés sont voisins de ceux que donne l'observation, et l'on reconnaît, en particulier, que les variations d'intensité

---

[1] La portion du cylindre qui se projette sur la fente ne réalise pas rigoureusement une lame d'épaisseur constante; cependant, si la fente n'est pas trop large, on peut négliger la petite variation d'épaisseur. Le diamètre du cylindre étant de 2^{mm} environ, si la fente a une longueur de $0^{mm},10$, la différence entre l'épaisseur moyenne et l'épaisseur maximum ou minimum traversée par la lumière est seulement 0,00065 de cette épaisseur, si l'axe se projette au milieu de la fente, et 0,0025 si cet axe se projette sur le bord de la fente; ces différences sont moindres que les erreurs des mesures photométriques. La variation de largeur de la fente introduit, en outre, une petite perturbation par l'empiètement plus ou moins grand d'images de cette fente, correspondant à des longueurs d'onde voisines et à des intensités un peu différentes; mais, comme cette perturbation affecte de la même manière les deux régions que l'on compare, si celles-ci sont arrêtées à des limites suffisamment rapprochées, les nombres observés ne diffèrent pas d'une manière appréciable de ceux qu'on obtiendrait avec une source de lumière monochromatique.

sont symétriques par rapport aux directions principales d'absorption. Cette symétrie ne se rencontre plus pour une région du spectre où se superposent les effets de deux bandes d'absorption ayant des directions principales différentes; si φ est l'angle de ces deux directions, l'expression de l'intensité devient

$$\sqrt{i}=[a\cos^2\alpha+b\sin^2\alpha][a'\cos^2(\alpha-\varphi)+b'\sin^2(\alpha-\varphi)]$$

et n'admet plus généralement deux directions de symétrie rectangulaires.

» On sait que l'intensité de l'absorption varie rapidement avec l'épaisseur de la matière absorbante traversée par la lumière. Les vérifications expérimentales qui viennent d'être rapportées montrent que cette variation ne peut porter que sur les coefficients a, b, c de la formule et, si l'on admet, pour représenter la variation de a avec l'épaisseur z, l'expression $a=\sqrt{i_0}e^{-mz}$ que paraissent justifier les expériences faites jusqu'ici, la formule générale de l'absorption au travers des cristaux devient

$$\sqrt{i}=\sqrt{i_0}(e^{-mz}\cos^2\alpha+e^{-nz}\cos^2\beta+e^{-pz}\cos^2\gamma).$$

» Dans les recherches sur l'absorption que je poursuis depuis plusieurs années, la direction des vibrations lumineuses a été définie par la normale au plan de polarisation, conformément à la théorie de Fresnel, et la simplicité avec laquelle cette hypothèse s'applique à tous les faits observés peut être considérée comme une nouvelle présomption en sa faveur.

» Indépendamment de toute théorie, la formule ci-dessus constitue une donnée expérimentale nouvelle sur la propagation des ondes lumineuses dans les cristaux. Les hypothèses qu'elle suggère, soit sur les décompositions des mouvements intermoléculaires, soit sur l'intervention dans le phénomène de l'absorption des forces élastiques développées à l'intérieur des corps, pourront conduire à quelque progrès sur les théories établies jusqu'ici; toutefois, la vérification numérique qui précède m'a paru présenter par elle-même assez d'importance pour être communiquée à l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Sur l'alliage du kilogramme.* Note de M. **J. Violle.**

« La matière adoptée pour les prototypes nationaux du kilogramme est, comme on sait, le platine à 10 pour 100 d'iridium. Cet alliage a été pré-

paré avec le plus grand soin par M. Matthey, qui a réussi à dépasser notablement le degré de perfection chimique requis par la Commission internationale : les analyses de MM. Stas et Debray donnent toute certitude à cet égard. Cependant, lorsque je pris la densité des cylindres de platine iridiés destinés à faire les prototypes, je trouvai dans bien des cas une densité trop faible. Il existait donc des vides à l'intérieur des cylindres. Sur plusieurs d'entre eux, en effet, nous reconnûmes, M. Debray et moi, des fentes parallèles à l'axe, provenant du laminage de lingots qui contenaient quelques parcelles du creuset dans lequel le métal avait été fondu. Il fallait remédier à cette défectuosité.

» Nous fîmes fondre l'un de ces cylindres dans un morceau de chaux creusé d'un trou exactement de même forme; le lingot obtenu, soigneusement nettoyé, dressé et poli, paraissait parfaitement homogène. M. Debray s'assura de la composition. Cependant, je trouvai une densité trop petite. Quelque vide s'était donc fait à l'intérieur pendant la solidification. Nous résolûmes de le combler par pression. Le cylindre, porté à la Monnaie, y reçut cinq forts coups de balancier. La densité se trouva augmentée, mais pas encore suffisamment. Le cylindre, recuit [1], fut frappé de nouveau, puis recuit et frappé à refus. Il présenta alors la densité prévue; et une nouvelle frappe, extrêmement énergique, n'amena plus aucun effet. Un second cylindre, soumis à un traitement analogue, se comporta semblablement. Nous avions dès lors un procédé certain pour rendre excellents les kilogrammes qui n'avaient pas la densité exigée par la Commission : les fondre et les frapper à refus. Tous les cylindres traités de cette façon ont offert exactement même densité [2], égale à la densité 21,55 d'un mélange de 9 parties de platine pesant chacune 21,46 et de 1 partie d'iridium pesant 22,38, les variantes introduites à dessein dans la frappe, le recuit, l'écrouissage, n'ayant eu aucun effet sur le résultat. En résumé :

» 1° L'alliage de 9 parties de platine et de 1 partie d'iridium se comporte, au point de vue de la densité (et aussi au point de vue de la chaleur spécifique), comme un mélange;

» 2° Pour cet alliage, et sans doute aussi pour tout métal physiquement homogène, la densité est un nombre parfaitement défini qui, une fois

---

[1] Le recuit a pour objet d'éviter les brisures.

[2] Les nombres trouvés sur 11 kilogrammes oscillent entre 21,548 et 21,552, l'exactitude des déterminations étant précisément de 2 unités du troisième ordre décimal.

atteint, ne peut plus être modifié, ni par l'écrouissage, ni par le recuit, ni par les frappes les plus énergiques. »

PHYSIQUE. — *Dilatation et compression de l'acide carbonique.* Note de M. Ch. Antoine.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 21 janvier dernier, j'ai cherché à établir que la réciproque β du coefficient de dilatation sous pression constante est donnée par la relation

$$\beta = \frac{pv_s}{\delta} - t_s,$$

δ étant un coefficient constant, t_s et v_s la température et le volume à saturation sous la pression p.

» De la relation $pv^n =$ const., on déduit

$$\log pv_s = \text{const.} \frac{A'}{B + t_s}.$$

On peut, je crois, obtenir pour pv_s et, par suite, pour β des valeurs plus simples :

» Si l'on trace une courbe avec les températures pour abscisses et les valeurs de pv_s pour ordonnées, on trouve que cette courbe se rapproche d'une hyperbole dont les asymptotes sont parallèles aux axes de coordonnées.

» Pour la vapeur d'eau, par exemple, les valeurs de Apu qui ont été calculées par Zeuner se rapprochent de celles qui seraient données par la relation

$$Apu = 120{,}20 - \frac{80000}{900 + t_s}.$$

» D'après les expériences de Regnault sur les tensions de l'acide carbonique de $13\,007^{mm}$ à $76\,313^{mm}$, on aurait

$$\log p = 0{,}8118\left(9{,}2615 - \frac{1000}{263 + t_s}\right).$$

Les expériences de Faraday [1] (de 866^{mm} à 2926^{mm}), celles de M. Cailletet [1] (de 760^{mm} à 9652^{mm}) sont, à 2° près, coordonnées par la relation

$$\log p = 6{,}2134 - \frac{300}{170 + t_s}; \tag{1}$$

avec la relation (1), on peut, pour le calcul du coefficient β, soit déduire pv_s de la relation $pv_s^n = \text{const.}$, ce qui donne

$$\log(\beta + t_s) = 2{,}3891 - \frac{10}{170 + t_s}, \tag{2}$$

soit représenter les valeurs de pv_s par une hyperbole, et l'on aurait la relation approchée

$$\beta + t_s = 235 - \frac{5000}{190 + t_s}. \tag{3}$$

» Dans cette Note, je vais faire l'application de cette dernière relation.

» Pour les tensions ci-après, on déduit facilement des formules (1) et (3) les valeurs correspondantes de t_s et de β :

p.	t_s.	β.	p.	t_s.	β.	p.	t_s.	β.
mm			mm			mm		
764	−80,0	269,5	3807	−56,1	253,8	8394	−39,0	240,9
901	−77,9	268,1	4168	−54,3	252,5	8979	−37,3	239,6
1413	−72,1	265,0	4247	−54,0	252,2	9232	−36,6	239,1
1516	−71,1	264,0	4290	−53,8	252,1	9332	−36,3	238,8
1742	−69,0	262,7	4880	−51,2	250,2	9620	−35,5	238,2
2164	−65,8	260,7	6209	−46,1	246,4	11193	−31,4	234,9
2520	−63,0	258,9	6820	−43,9	244,7	11527	−30,6	234,3
2789	−59,3	256,1	6964	−43,5	244,4	12792	−27,8	231,9
3186	−57,2	254,6	7358	−42,1	243,3	14377	−24,1	229,0
3589	−56,1	253,8	7927	−40,4	242,0	15493	−21,8	227,1

» Les coefficients de dilatation α, sous pression constante, sont donnés par la relation $\alpha = \frac{1}{\beta}$.

p.	α d'après Regnault.	α d'après la formule.	p.	α d'après Regnault.	α d'après la formule.	p.	α d'après Regnault.	α d'après la formule.
mm			mm			mm		
758	0,00371	0,00371	3589	0,00386	0,00393	7927	0,00425	0,00413
901	0,00369	0,00373	4168	0,00400	0,00396	8979	0,00441	0,00417
1742	0,00375	0,00385	4290	0,0040	0,00397	9231	0,0044	0,00418
2520	0,00385	0,00386	6964	0,00422	0,00409			

[1] *Voir* J. Bertrand, *Thermodynamique*, p. 177.

» Les rapports $\frac{pv}{p'v'}$, à la température de 5°, sont donnés par la relation $\frac{pv}{p'v'} = \frac{\beta+5}{\beta'+5}$.

Pressions initiales.	Pressions finales.	$\frac{pv}{p'v'}$ d'après Regnault.	$\frac{pv}{p'v'}$ d'après la formule.	Pressions initiales.	Pressions finales.	$\frac{pv}{p'v'}$ d'après Regnault.	$\frac{pv}{p'v'}$ d'après la formule.
764..	1526	1,0076	1,0205	3807..	7358	1,0350	1,0423
766..	1518	1.0086	1,0205	3807..	11193	1,0767	1,0788
1413..	2789	1,0123	1,0278	4880..	9332	1,0456	1,0467
2164..	4247	1,019	1,0330	4880..	14377	1,1074	1,0906
3186..	6203	1,0287	1,0386	6820..	12792	1,0660	1,0540
3186..	11527	1,0873	1,0911	8394..	15493	1,0843	1,0599

» Pour les tensions élevées, la compression observée est plus grande que celle qui est indiquée par le calcul. Il a pu se produire alors un commencement de rosée ou de brouillard. L'acide carbonique, en se rapprochant de sa pression de saturation, a pu perdre, peut-être, une partie de ses propriétés physiques, ainsi que M. Jamin l'a exposé à l'Académie dans sa séance du 12 juillet 1883. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la polarisation électrolytique par les métaux.* Note de M. **N. Piltschikoff** [1], présentée par M. Lippmann.

« Pour expliquer le retard de l'électrolyse découvert par M. Lippmann [2] dans un système électrolytique où le travail chimique proprement dit est compensé, j'ai dit, dans ma Note précédente, qu'il faut avoir recours à la considération du travail moléculaire. En s'appuyant sur le principe de la conservation de l'énergie, j'ai exprimé la force électromotrice ε antagoniste à l'électrolyse en fonction des énergies moléculaires Q_1 et Q_2 de l'anode et de la cathode

$$\varepsilon = A(Q_1 - Q_2),$$

où A est l'équivalent chimique de l'électricité. Cela admis, j'ai pensé que chaque modification dans l'état physique de la surface de la cathode doit influer sur l'adhérence du dépôt électrolytique et, par conséquent, sur

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches physiques à la Sorbonne.
(2) *Journal de Physique,* 1879, p. 59.

l'énergie Q_2. En effet, j'ai observé les changements de ε dépendant de cette cause, comme je l'ai déjà dit. Or, dans l'équation ci-dessus entre encore un terme variable, c'est l'énergie Q_1 de l'anode; il était donc intéressant, pour vérifier l'explication proposée du retard de l'électrolyse, d'essayer si l'état physique de l'anode influe aussi sur la grandeur de ε. L'expérience montre que la valeur de la force antagoniste ε change conformément à ce qu'on peut prévoir *a priori :* ainsi, par exemple, en gardant dans le système Pt, Cu, $CuSO^4$ la surface de la cathode en platine toujours la même, j'ai déterminé $\varepsilon = 0^{dll},038$ pour l'anode en cuivre rouge compact et $\varepsilon = 0^{dll},025$ pour l'anode en cuivre électrolytique cristallin. Des variations de même ordre correspondent aux autres cas où ε est une force antagoniste.

» On peut encore se demander si la différence de potentiel η appliquée aux électrodes dans un système avec travail chimique compensé sera plus petite que la force antagoniste ε; que se produira-t-il ?

» Il n'est pas douteux qu'on observera la polarisation des électrodes, mais par quoi est-elle produite ? Est-ce l'hydrogène seul qui polarisera la cathode ou bien aussi le métal de l'électrolyte ?

» *Les expériences que j'ai faites montrent que le métal s'accumule sur la surface de la cathode.*

» En général, quand on polarise les électrodes, les ions qui s'accumulent sur leurs surfaces ne sont pas visibles parce que plusieurs agents physiques tendent à détruire l'effet de cette accumulation. Parmi ces agents, il faut citer comme le plus important la dissolution des ions par l'électrolyte même. Cette cause, qui est si efficace pour les ions gazeux, l'est beaucoup moins pour les ions constitués par les corps solides très peu solubles dans l'électrolyte. On peut donc espérer, dans ces cas, que la force électromotrice nécessaire pour produire un dépôt électrolytique visible sera une fonction continue du temps qui s'écoule entre la fermeture du courant et l'apparition de ce dépôt.

» Prenons en effet le système Pt, Cu, $CuSO^4$. Le retard d'apparition du cuivre sur le platine devient de plus en plus grand à mesure qu'on diminue la force électromotrice appliquée aux électrodes. Ainsi, j'ai vu le dépôt apparaître avec $\eta = 0^{dll},028$ après une demi-heure, avec $\eta = 0^{dll},023$ après une heure; avec $\eta = 0^{dll},006$, il m'a fallu attendre plus de quarante heures pour constater l'apparition d'une première parcelle de cuivre (qui avait le diamètre de $\frac{1}{2}$ micron, ce qui établit la limite de puissance de la méthode dont je me sers).

» L'influence de l'état physique des électrodes dans le phénomène lent

de l'accumulation de la cathion paraît être encore plus essentielle que dans la production immédiate de leur dépôt : les nombres cités se rapportent au cas où l'anode était en cuivre compact; avec l'anode en cuivre électrolytique cristallin l'accumulation se produit beaucoup plus vite, et avec $\eta = 0^{\text{dll}},0025$ j'ai observé après quarante heures un dépôt déjà très développé.

» Le système Au, Zn, $ZnSO^4$ se comporte de la même manière.

» Il résulte de ce qui précède que :

» *On peut polariser un métal par un autre métal.* »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la formation des terres nitrées*. Note de MM. **A. Müntz** et **V. Marcano**, présentée par M. Schlœsing.

« Nous avons montré, dans une Communication antérieure (¹), que les terres nitrées, qui sont si abondamment répandues dans les régions tropicales, ont pour origine directe les résidus animaux oxydés sous l'influence du ferment de la nitrification. Lorsque les eaux pluviales ne peuvent pas laver les terres, celles-ci s'enrichissent au point de former de véritables gisements de nitrate de chaux et contiennent jusqu'à 30 pour 100 de ce sel.

» Dans nos précédentes études, c'est surtout aux déjections des oiseaux et des chauves-souris, qui peuplent les immenses cavernes répandues dans la Cordillère, que nous avons attribué le rôle de matières premières des terres nitrées. Nous avons pu voir les gisements en voie de formation, par l'oxydation graduelle de la matière azotée, dont nous avons décrit le mécanisme. Ces accumulations de nitre se continuent sous nos yeux; ils sont de formation contemporaine.

» En poursuivant ces recherches, notre attention a été appelée sur des terres nitrées qui ont une autre origine et qui remontent à une époque reculée. D'autres cavernes que celles que nous avions précédemment examinées, quoique non habitées par des animaux ailés et ne montrant aucun dépôt superficiel de guano indiquant leur présence antérieure, contiennent cependant des amas puissants de terre très chargée de nitrate. En cherchant l'origine de ces accumulations par des sondages et par l'exa-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CI, p. 65, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X.

men des matériaux, nous avons constaté la présence d'ossements de grands mammifères, abondamment et uniformément répandus dans toute la masse de la terre nitrée. Ces ossements sont à un état de grande friabilité et se réduisent en poudre sous la pression du doigt; la détermination des espèces animales auxquelles ils appartiennent est difficile, car on ne peut pas les extraire sans qu'ils s'émiettent. Ils sont composés presque exclusivement de phosphate de chaux; le carbonate de chaux est totalement absent; il n'y reste que des traces de matière organique.

» Ici encore, comme dans les terres nitrées précédemment examinées, on se trouve en présence d'une origine manifestement animale; mais ce ne sont plus des animaux contemporains qui ont fourni l'azote du nitre remplissant ces grottes : ce sont des animaux de grandes dimensions, aujourd'hui disparus, dont les cadavres ont formé de véritables brèches osseuses, dans lesquelles le nitre, produit aux dépens de la matière organique azotée et soustrait à l'action des pluies, a pu rester accumulé, alors que dans les conditions normales il est enlevé par les eaux.

» Le carbonate de chaux des os a servi à la nitrification et se retrouve sous forme de nitrate de chaux. Dans celles de ces grottes qui sont dans le micaschiste et où le calcaire fait défaut, c'est au carbonate de chaux des os seul qu'incombait la fonction de fixer l'acide nitrique. L'extrême friabilité des os doit être attribuée à l'action du ferment nitrique, qui en a éliminé à l'état soluble le calcaire et la matière organique.

» Des grottes contenant des terres nitrées remplies d'ossements existent en abondance au Vénézuéla, non seulement dans les chaînes de montagnes du littoral, mais encore sur les flancs de la Cordillère des Andes.

» La puissance de la couche est souvent très grande; elle atteint et peut dépasser 10^m. Sur toute cette épaisseur, les ossements sont englobés dans la terre nitrée, gardant encore leur forme, mais se réduisant en poussière quand on les extrait.

» Le ferment nitrique remplit toute la masse, avec la forme exubérante que nous avons déjà signalée.

» La terre contient des proportions variables de nitrate de chaux (4 à 30 pour 100) et de phosphate de chaux (5 à 60 pour 100).

» A. de Humboldt décrit quelques-unes de ces grottes [1], mais sans y constater la présence des nitrates; il n'a pas non plus reconnu la présence des os, que leur friabilité a fait passer inaperçus; aussi s'étonne-t-il de ne

---

[1] *Voyage aux régions équinoxiales*, t. III, p. 189.

pas y rencontrer les amas d'ossements si abondants dans les cavernes de l'ancien monde.

» L'existence de brèches osseuses formant de véritables gisements de nitrate de chaux est une confirmation des résultats de nos recherches antérieures sur l'origine animale des terres nitrées qu'on rencontre en si grande quantité dans certaines régions de l'Amérique du Sud. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Épicaride parasite d'un Amphipode et sur un Copépode parasite d'un Épicaride.* Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier.**

« On ne connaissait jusqu'à présent aucun Épicaride parasite des Amphipodes. Au mois de septembre dernier, le professeur della Valle recueillit dans le golfe de Naples deux exemplaires d'un Isopode parasite de l'*Ampelisca diadema* A. Costa, qu'il s'empressa de nous envoyer.

» Ces Crustacés, profondément dégradés, appartiennent au groupe des Cryptonisciens. Ce sont des femelles adultes renfermant, l'une des œufs segmentés, l'autre des embryons prêts à éclore et possédant la forme typique de la première larve des Cryptonisciens.

» Tout le corps de la femelle est pour ainsi dire transformé en une vaste chambre incubatrice, fermée par deux lames latérales s'étendant du premier au cinquième segment thoracique et réunies sur la ligne médiane, de façon à laisser seulement à l'extrémité antérieure et à l'extrémité postérieure deux ouvertures pour le passage de l'eau.

» Du côté dorsal on distingue cinq bandes métamériques correspondant aux cinq premiers somites thoraciques. De chaque côté du corps, en arrière de la ligne d'insertion des lames incubatrices, on remarque sur chacun de ces cinq anneaux des éminences coniques, vestiges probables des premières paires de pattes. La tête, fortement infléchie en avant, ne présente que les rudiments des appendices ordinaires. Les pattes-mâchoires seules ont un assez grand développement.

» La partie terminale du corps à partir du sixième segment thoracique se recourbe aussi vers le ventre de façon à compléter la chambre incubatrice par une cavité postérieure également remplie d'œufs. Le sixième et le septième anneau thoracique portent chacun une paire de digitations représentant les appendices avortés et protégeant l'ouverture postérieure de la chambre incubatrice. Cette ouverture ressemble ainsi beaucoup à celle figurée par Fraisse chez le *Cryptoniscus paguri* Fr., mais le bord des la-

melles est simplement épaissi et ne se termine pas en ramifications chitineuses.

» Le foie forme une glande faiblement bilobée en arrière et de petite taille. Il pénètre à peine dans la région thoracique; le tube digestif se renfle dans la partie rectale pour donner naissance à l'organe ovoïde caractéristique des Cryptonisciens. Il aboutit à un anus, situé ventralement au sommet du mamelon pléal, sur lequel on distingue des traces de Pléopodes.

» Ce curieux Épicaride diffère beaucoup du genre *Cabirops* Kossmann, parasite des Bopyres; il se rapproche davantage du *Cryptothiria* (?) *marsupialis* G.-O. Sars, parasite des Munnopsides (*Eurycope cornuta* et *Ilyarachna longicornis*). Mais, comme ce dernier, il doit incontestablement être pris pour type d'un genre nouveau. Nous donnerons au parasite de l'*Ampelisca diadema* le nom de *Podascon della Vallei*.

» Dans le but de vérifier l'hypothèse précédemment émise par nous relativement à la parenté des Cryptonisciens et des *Dajidæ*, nous avons fait appel aux zoologistes qui possédaient des exemplaires de ces Crustacés rarissimes.

» Le Révérend A.-M. Norman nous a gracieusement abandonné un spécimen de *Dajus mysidis* Kræyer et nous a envoyé en communication un *Aspidophryxus peltatus* G.-O. Sars [1]. L'étude comparative de ces *Dajidæ* au point de vue de leurs rapports avec les Cryptonisciens et les Bopyriens proprement dits fera l'objet d'un prochain Mémoire. Pour le moment, nous signalerons seulement un fait éthologique bien inattendu : l'existence d'un Copépode parasite de l'*Aspidophryxus*.

» Par un heureux hasard, l'exemplaire d'*Aspidophryxus* communiqué par Norman, et fixé sur le dos d'un *Erythrops microphthalma* G.-O. Sars, abritait sous la partie postérieure de son bouclier dorsal légèrement relevé la femelle et deux mâles d'un Copépode très singulier que nous appellerons *Aspidœcia Normani*.

» La femelle se présente sous la forme d'un sac ressemblant à une Sacculine en miniature; elle mesure dans sa plus grande dimension (diamètre transverse) huit dixièmes de millimètre. La couleur dans l'alcool est rosée. L'animal est fixé, d'une part, à la *Mysis* par un pédoncule court terminé par une ventouse; d'autre part, à l'*Aspidophryxus* par un cordon allongé (rompu

[1] Pour des raisons que nous donnerons dans une prochaine Note, cet *Aspidophryxus* doit être considéré comme appartenant à une espèce nouvelle *A. Sarsi* G. et B., voisine de *A. peltatus*.

dans notre spécimen) qui part de la ventouse et va s'insérer au milieu de la surface ventrale du pléon de l'Epicaride. Sur ce cordon se trouvait accroché le mâle *Aspidophryxus* mis dans l'impossibilité de s'abriter comme d'habitude sous le pléon de sa femelle. Vers l'extrémité libre du corps de l'*Aspidœcia*, on remarque deux éminences chitineuses, puis du côté opposé à la ventouse les deux ouvertures génitales auxquelles sont appendus *cinq* paquets d'œufs. Chacun de ces sacs ovigères, de forme à peu près sphérique et mesurant en diamètre trois dixièmes de millimètre, renfermait huit à dix œufs en segmentation.

» Dans un des sacs les œufs étaient tous très nettement au stade 4. Tout l'intérieur du corps de la femelle est rempli par d'énormes ovaires contenant des ovules assez développés. On aperçoit en outre, dans le voisinage de la ventouse, deux glandes chitinogènes servant sans doute à la fixation du parasite.

» L'un des mâles était fixé sur la *Mysis* à quelque distance de la femelle; l'autre sur la femelle même. Ces mâles ont une longueur de 150μ environ. Leur forme générale est assez analogue à celle des mâles de *Sphæronella Leuckarti* Sal. A la partie antérieure, des glandes cémentaires sécrètent un filament chitineux spiralé qui sert à la fixation de l'animal. La présence de plusieurs filaments sur le tégument de la femelle indique que les mâles se déplacent ou qu'ils ont été plus nombreux. Sous l'organe d'adhérence, une large ventouse permet à l'animal d'appliquer ses pièces buccales sur l'hôte qui le supporte.

» Comme appendices, on trouve en dehors de la bouche une paire d'antennes, une première paire de pattes-mâchoires assez faibles et une deuxième paire de pattes-mâchoires très robustes, mues par des muscles striés fort puissants.

» La partie terminale du corps est obtuse et terminée par deux lobes latéraux renfermant les sacs à spermatophores. Ces organes, régulièrement sphériques, sont reliés aux testicules par de fins canaux déférents.

» Par la forme de la femelle et par la multiplicité des sacs ovigères, si rare chez les Copépodes, l'*Aspidœcia* se rapproche beaucoup de *Choniostoma mirabile* récemment découvert par H.-J. Hansen sous le tégument branchial des *Hippolyte polaris* et *Gaimardi* de la mer de Kara. Il doit rentrer, avec le *Choniostoma* et le *Sphæronella*, dans la famille si aberrante des *Choniostomatidæ*. La découverte du mâle inconnu chez *Choniostoma* nous permettra sans doute de fixer plus exactement les affinités de cette famille.

» Enfin, les rapports de l'*Aspidœcia* avec l'*Aspidophryxus* rendent très probable la supposition que le *Choniostoma* est ou a été parasite d'un Bopyrien branchial des Hippolytes dont il a usurpé la demeure. Un Mémoire accompagné de Planches fera connaître avec plus de détails l'anatomie de *Podascon* et d'*Aspidœcia*. Qu'il nous soit permis en terminant de remercier MM. della Valle et A.-M. Norman, qui nous ont envoyé le matériel de cette étude dans un admirable état de conservation. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mouvements spontanés du style et des stigmates du Glaïeul* (Gladiolus segetum). Note de M. **Ch. Musset**, présentée par M. Duchartre.

« Les mouvements des organes femelles des végétaux sont, en règle générale, plus rares que ceux des mâles; aussi les cas exceptionnels offrent-ils un intérêt particulier, et c'est à ce titre que le Glaïeul commun semble mériter une mention spéciale.

» La déhiscence longitudinale extrorse des anthères est l'un des caractères les plus naturels des Iridées. Ce mode de déhiscence, qu'on peut appeler *extrorsisme*, est un obstacle, sinon absolu, du moins très grave, à l'hermaphrodisme fonctionnel, c'est-à-dire à l'autofécondation. Tombant ou projeté sur les pièces du périanthe, le pollen est par cela même frappé d'inactivité, et l'intervention des vents, surtout des insectes, est clairement nécessitée; mais, si cette intervention est nécessaire dans certains genres d'Iridées, elle ne l'est pas pour le genre *Gladiolus*. En effet, par leurs mouvements, le style et les stigmates obvient à cet inconvénient et tournent, pour ainsi dire, la difficulté.

» Les trois étamines, qui représentent le verticille externe de l'androcée des Liliacées, atteignent leur longueur finale avant que les styles concrescents aient commencé leur croissance; les deux postérieures latérales inclinent leur filet à droite et à gauche de celui de l'étamine antérieure, de façon à juxtaposer les trois anthères dans un même plan. A ce moment, non seulement elles tournent leur face dorsale au style, mais encore elles ont environ 3^{cm} de plus en longueur; ce qui rend la pollination directe doublement impossible; toutefois les anthères sont encore en contact latéral et leurs loges ne sont pas ouvertes.

» Cependant les styles concrescents et placés derrière les filets des anthères prennent une croissance rapide, en suivant la ligne dorsale de

l'androcée, et bientôt égalent en hauteur les étamines. Mais les filets de ces dernières s'incurvent légèrement en dehors; les anthères, jusqu'à ce moment en contact latéral, s'écartent et leurs loges s'ouvrent; mais les styles, continuant leur accroissement, s'incurvent dans le même sens; les trois stigmates à bords ciliés se séparent aussi, décrivent une demi-circonférence de haut en bas et viennent se placer exactement au-dessous des anthères, dont le pollen ne peut tomber, grâce à ce mouvement révolutif, que sur les papilles stigmatiques. La pollination directe est dès lors assurée et, si un insecte s'introduit dans le périanthe, il soulève les stigmates qui viennent s'appliquer sur les anthères. Les abeilles nous ont souvent rendu témoin de ce fait et notre conclusion est que le Glaïeul doit être cité comme donnant une preuve indéniable de la fécondation directe des carpelles par les anthères d'une même fleur. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation et la nature des sphéro-cristaux.* Note de M. E. **Rodier**, présentée par M. Duchartre.

« En cherchant de l'inuline dans des tiges de Séneçon (*Senecio vulgaris* L.) qui macéraient depuis deux mois dans l'alcool absolu, j'ai rencontré des sphéro-cristaux qui, dès l'abord, se distinguaient de ceux de l'inuline par leur couleur jaune, leur réfringence moindre et leur facile solubilité dans l'eau froide. L'abondance des sphéro-cristaux dans les échantillons que je possédais m'a permis de poursuivre cette étude sans interruption depuis un an. En même temps, j'ai repris et continué les nombreuses recherches déjà faites sur les formations analogues qui prennent naissance chez d'autres plantes quand on les fait macérer dans l'alcool. Je me contenterai, aujourd'hui, de signaler les faits nouveaux que j'ai observés dans le Séneçon, la Rave et le *Pandanus*.

» 1° *Séneçon.* — J'en ai étudié deux espèces : le *Senecio vulgaris* L. et le *Senecio Cineraria* D. C. Dans le *Senecio vulgaris*, les sphéro-cristaux se produisent dans tous les tissus de la tige et principalement dans le parenchyme cortical et médullaire. Ils sont plus régulièrement sphériques que ceux de l'inuline, mais sont disposés à peu près de la même manière dans les cellules. La couleur de ces corps est un jaune plus ou moins foncé. Comme ceux que M. A. Hansen [1] a découverts dans l'*Euphorbia caput*

---

[1] *Ueber Sphæro-Krystalle*, par Ad. Hansen (*Arb. d. Bot. Inst. in Würzburg*, Bd. III, p. 108).

Medusæ, ils sont constitués par une mince membrane d'enveloppe, une écorce cristalline à éléments radiés et une matière granuleuse amorphe. Tantôt cette matière remplit toute la région centrale, tantôt elle est creusée elle-même d'une lacune sphérique et centrale : c'est le cas des gros sphéro-cristaux. Entre la lacune et l'écorce, dans la matière amorphe, on peut observer en coupe optique des zones concentriques alternativement claires et obscures.

» Les sphéro-cristaux apparaissent d'abord à l'état de gouttes liquides jaunes à la périphérie desquelles se montrent, au bout d'un temps assez long, les aiguilles cristallines radiées de l'écorce.

» Dans la lumière polarisée, les nicols étant croisés, on voit en coupe optique sur chaque sphéro-cristal une croix noire très large ou plutôt un cercle lumineux correspondant à l'écorce cristalline, cercle interrompu en quatre points et entourant la masse centrale noire.

» *Action de quelques réactifs.* — Les couleurs d'aniline ne colorent pas les sphéro-cristaux. L'eau froide les dissout rapidement, l'eau chaude encore plus vite. Les acides acétique, chlorhydrique, nitrique, concentrés les font disparaître immédiatement sans dégagement de gaz ni précipité. L'acide sulfurique étendu, arrivant peu à peu par-dessous le contre-objet, les dissout lentement et à leur place se forment des macles très belles et très caractéristiques de gypse. L'oxalate d'ammonium les détruit et laisse à leur place des cristaux d'oxalate de chaux. Ces deux réactions me permettent d'affirmer que les sphéro-cristaux contiennent de la chaux. L'azotate d'argent étendu dissout uniquement l'écorce cristalline pendant que la masse centrale et l'enveloppe deviennent mieux visibles, séparées qu'elles sont par une lacune périphérique. Enfin le molybdate d'ammonium donne dans le liquide ambiant et non dans les cellules un précipité jaune de phosphomolybdate d'ammonium; mais le précipité est d'une abondance si variable et si peu en rapport avec le nombre des sphéro-cristaux contenus dans les coupes étudiées que je n'ose, d'après ce caractère, affirmer l'existence de l'acide phosphorique dans les sphéro-cristaux. Les autres réactifs de l'acide phosphorique ne m'ont pas jusqu'ici permis d'élucider cette question.

» Les sphéro-cristaux soumis à la calcination brunissent fortement et deviennent opaques, du moins quand on les observe à sec. Si l'on ajoute de l'eau distillée, ils redeviennent transparents, mais la région centrale paraît toujours brune. L'écorce cristalline a gardé sa structure et ses propriétés optiques si la calcination n'a pas été poussée trop loin. On peut conclure de

là à la présence d'une matière organique dans la région centrale. L'enveloppe externe est probablement aussi de nature organique.

» En résumé, ces diverses réactions montrent que les sphéro-cristaux du Séneçon sont composés d'un noyau et d'une enveloppe amorphes, probablement de nature organique, séparés par une écorce cristallisée contenant de la chaux. Je pense pouvoir donner bientôt la véritable composition chimique de ces curieuses productions.

» Dans le *Senecio cineraria* D. C. ou *Cineraria maritima* L. j'ai retrouvé les mêmes sphéro-cristaux; ils étaient surtout abondants sur la paroi extérieure de la membrane des poils laineux qui couvrent l'épiderme de cette plante.

» En même temps que ces productions, la plupart des tiges de Séneçon commun que j'ai étudiées contenaient des sphéro-cristaux d'inuline en petite quantité; dans d'autres cas, j'ai trouvé l'inuline seule. Les détails que j'ai donnés précédemment montrent qu'il est impossible de confondre les deux espèces de sphéro-cristaux. La présence de l'inuline dans les tiges aériennes du Séneçon commun me paraît néanmoins intéressante à signaler, premièrement parce que M. Dragendorff [1] n'avait pas réussi à en trouver dans les différents organes de la plante et, en second lieu, parce que les exemples connus de la présence de l'inuline dans les parties aériennes des plantes ne sont pas nombreux. A ce propos je me permettrai de signaler l'existence de l'inuline dans les feuilles de la Pâquerette (*Bellis perennis* L.). L'échantillon sur lequel a été faite l'observation provenait de l'embouchure de l'Adour.

» *Sphéro-cristaux de la Rave.* — J'ai étudié diverses variétés de la Rave comestible (*Brassica Rapa*), et j'ai trouvé dans les cellules des racines, après macération dans l'alcool à 90°, des sphéro-cristaux qui ont quelque rapport avec ceux du Séneçon. Ils sont un peu plus petits, colorés en jaune brun, pourvus d'une écorce cristalline mal délimitée vers l'intérieur. Ils sont solubles dans l'eau froide et dans l'eau chaude, dans l'ammoniaque. Les acides acétique et nitrique les dissolvent immédiatement sans dégagement de gaz ni précipité. Ils donnent du gypse cristallisé par l'action de l'acide sulfurique. La calcination ne m'a donné encore aucun résultat bien net, de sorte que je ne puis dire si ces productions contiennent une substance organique ou bien sont purement minérales.

---

[1] DRAGENDORFF, *Materialen zu einer Monographie des Inulins*. Saint-Pétersbourg, 1870.

» *Sphéro-cristaux du Pandanus.* — Je ne fais que signaler l'existence de sphéro-cristaux assez beaux, mais peu nombreux dans la tige du *Pandanus utilis* conservée dans l'alcool. Je n'ai pu jusqu'ici, faute de matériaux suffisants, étudier de près ces formations. Cette étude fera l'objet d'une prochaine Note. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations du magnétisme terrestre en relation avec les taches du Soleil.* Note de M. **J. Luvini**, présentée par M. Faye.

« En considérant que les grands mouvements des couches supérieures des atmosphères du Soleil et de la Terre sont la cause immédiate de l'électrisation par frottement des particules liquides et solides qui flottent dans ces couches, on arrive aux conclusions suivantes :

» 1° Les décharges électriques presque continues qui en résultent tendent à prendre la direction de la force électromotrice engendrée par le magnétisme de l'astre toutes les fois que les particules électrisées traversent des lignes de force magnétique ;

» 2° Ces décharges, ou pour mieux dire ces courants explosifs, réagissent sur le magnétisme de l'astre et en modifient les éléments ;

» 3° La modification ainsi produite dans le magnétisme d'un astre est la cause directe d'une modification correspondante dans le magnétisme de l'autre.

» Ainsi, les plus grands troubles magnétiques sur la Terre répondent aux époques de la plus grande activité solaire.

» Il est évident que tous les astres qui agissent comme des aimants et qui ont une atmosphère contenant dans son sein des particules solides ou liquides doivent produire les mêmes effets que la Terre et le Soleil. »

STATISTIQUE. — *L'art de faire parler les statistiques.* Note de M. **Delauney.**

« Jusqu'à présent, les statistiques n'ont pas conduit à grand'chose ; tout au plus ont-elles permis, pour la Météorologie par exemple, d'entrevoir certaines périodes, et encore celles-ci sont-elles problématiques.

» Depuis longtemps nous nous étions proposé de résoudre le problème suivant : *Étant donnée la statistique d'un phénomène, trouver une méthode certaine permettant de dévoiler les lois qui président à ce phénomène.*

» Nous pensons avoir résolu ce problème et être en mesure, quand le phénomène est périodique, de déterminer les valeurs des diverses périodes.

» Voici en quoi consiste notre méthode :

» Soit, pour un phénomène, une statistique dans laquelle on a relevé le nombre des manifestations constatées dans des intervalles de temps successifs et égaux.

» Numérotons tous les intervalles suivant la suite naturelle des nombres. Notons les intervalles pour lesquels le nombre des manifestations est à la fois supérieur à celui de l'intervalle précédent et à celui de l'intervalle suivant : ce sont les intervalles maximum.

» Faisons toutes les différences deux à deux des numéros des intervalles maximum. Classons toutes ces différences par ordre de grandeur, en mettant en regard de chacune d'elles le nombre de fois qu'elle se trouve répétée, et considérons seulement celles qui se trouvent fournies un nombre de fois supérieur en même temps à celui de la différence précédente et à celui de la différence suivante, c'est-à-dire les différences maximum.

» Le Tableau des différences maximum nous montrera généralement si le phénomène est périodique, et nous permettra de déterminer la valeur d'une période voisine de deux unités.

» *Exemple.* — Prenons la statistique des tremblements de terre de trois en trois mois. Les intervalles maximum ont pour numéros : 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 24, 27, 34, 36, 39, 41, 44, 46, 48, 51, 58, 62, 65, 68, ... Opérons toutes les différences deux à deux; classons-les; nous trouverons pour différences maximum :

» 2, 5, 7, 10, 12, 14, 17, 19, 21, 24, 26, 28-29, 31, 34, 36, 38, 41-42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 62, 64, 66, ... [1].

» Ces différences accusent immédiatement une période ayant pour valeur

$$2,385;$$

les multiples entiers de ce nombre reproduisent, en effet, à moins d'une demi-unité près, toutes les différences précédentes.

» Il est facile de comprendre pourquoi les différences maximum tendent à accuser une période voisine de 2 : une telle période est celle à laquelle

---

[1] Le rapport de la différence maximum moyenne à la moyenne des autres différences est 2,5.

semble devoir correspondre le plus grand nombre d'intervalles maximum, puisqu'elle tend à produire de tels intervalles à peu près de deux en deux; il n'est donc pas étonnant que les différences maximum accusent cette période.

» Il pourra arriver, par suite de certaines circonstances, que les différences maximum n'indiquent pas nettement la période voisine de 2; dans ce cas, on calculera les différences deux à deux des différences maximum; on classera ces nouvelles différences et l'on en retiendra les maximum; les différences secondes maximum ainsi obtenues montreront la période avec plus de netteté.

» En opérant comme nous venons de l'expliquer, on n'obtient qu'une période; pour en avoir d'autres, il suffira de changer l'intervalle considéré comme unité de temps; à chaque nouvel intervalle correspondra généralement une nouvelle période. Il est donc facile, par un choix convenable des intervalles, de déterminer toutes les périodes auxquelles un phénomène peut être soumis.

» Si l'on vient ensuite à trouver qu'une relation unit les périodes qu'on a déterminées, on sera en possession de la loi qui préside au phénomène.

» Cette méthode d'investigation n'offre, comme on le voit, aucune difficulté. Elle est des plus fécondes dans ses résultats. Elle permet, en particulier, de dégager des nombreuses statistiques les grandes lois de la Météorologie.

» En voici une application au phénomène des tremblements de terre.

» On s'est servi du catalogue établi par Alexis Perrey de 1751 à 1850. Les tremblements ont été sommés successivement pour des intervalles de temps égaux à 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24 et 30 mois.

» On a obtenu les périodes ci-après :

Intervalle.	Période.	Période en années.
mois 3	2,385	0,596
6	2,720	1,360
9	2,310	1,732
12	2,167	2,167
15	2,700	3,375
18	2,250	3,375
24	2,500	5,000
36	2,100	6,300

» La même période est fournie par les intervalles de 15 et de 18 mois, et cela constitue une vérification pour la valeur de cette période.

» Il est à remarquer que les périodes exprimées en années appartiennent, à peu de chose près, à une même progression géométrique dont le terme général aurait pour expression

$$0,5802 \times 1,2435^n.$$

» On a, en effet, le Tableau suivant :

Valeur de n.	Terme correspondant.	Période.	Différence relative.
0	0,580	0,596	−0,028
4	1,387	1,360	+0,020
5	1,725	1,732	−0,003
6	2,145	2,167	−0,010
8	3,317	3,375	−0,015
10	5,130	5,000	+0,026
11	6,379	6,300	+0,012

» Les différences sont tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre et n'atteignent pas $\frac{8}{100}$; on est donc conduit à formuler les lois suivantes :

» 1° *Les tremblements de terre paraissent être des phénomènes périodiques.* 2° *Les périodes des tremblements de terre ont des valeurs sensiblement en progression géométrique.* 3° *La raison de la progression est à très peu près* $\left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{3}{4}}$ (1,241 au lieu de 1,243).

» Ces lois semblent s'appliquer à tous les phénomènes météorologiques. »

M. **Pasteur** fait hommage à l'Académie, de la part de M. *Mosso*, des *Archives italiennes de Biologie* et s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie, de la part de M. *Mosso*, professeur de Physiologie à l'Université de Turin, des deux premiers Cahiers du Tome XI des *Archives italiennes de Biologie*, dont M. Mosso est le directeur.

» M. Mosso annonce l'envoi des dix premiers Volumes de cette collection, qui est une preuve nouvelle des efforts que fait l'Italie pour conquérir, dans le mouvement scientifique moderne, un rang de plus en plus actif et distingué.

» Ces Archives seront accueillies en France avec un empressement particulier; car elles sont rédigées en langue française.

» Le directeur de cette publication a conscience de contribuer ainsi —

je reproduis ses paroles — « à resserrer les liens de sympathie et de fraternité qui doivent unir les deux peuples ».

» Je ne présumerai peut-être pas trop des sentiments de l'Académie et du public si j'ajoute que les Archives de M. Mosso seront appréciées par tous les biologistes français avec faveur et reconnaissance pour une œuvre de patriotisme et de progrès. »

M. L. Bénazet adresse un Mémoire ayant pour titre : « Théorie de l'extraction de la racine 11ième d'un nombre quelconque ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 avril 1889.

Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires; par Ph. Van Tieghem et H. Douliot. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Van Tieghem.)

Sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et le mouvement des stomates; par L. Errera. Bruxelles, F. Hayez, 1888; br. in-8°.

Essai sur les lois de l'impôt progressif; par M. Jules Carvallo. Paris, Guillaumin et Cie, 1889; br. in-8°.

Joseph Henry and the magnetic telegraph; by Edward N. Dickerson. New-York, Charles Scribner's Sons, 1885; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

The Williams College Catalogue of North polar stars, right ascension for 1885,0; *by* Truman Henry Safford. Williamstown, Mass., published by the College, 1888; br. in-4°.

Richtigstellung der in bisheriger Fassung unrichtigen mechanischen Wärmetheorie und Grundzüge einer allgemeinen Theorie der Aetherbewegungen; von Miller-Hauenfels. Wien, 1889; br. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. XXXVIII-LII (18 October 1888-20 December 1888). Berlin, 1888; 10 br. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 avril 1889.

Contribution à la diagnose du Gonococcus; *par* M. E. Legrain; br. in-8°. — *Les microbes des écoulements de l'urètre; par* le même. Nancy, Paul Sordoillet, 1888; br. gr. in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoyé au concours Godard.)

Archives italiennes de Biologie, publiées sous la direction de A. Mosso. Tomes I à X et fasc. I et II du Tome XI. Turin, Hermann Loescher, 1882-1889; 10 vol. et 2 br. in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

Étude sur la navigation aérienne; par E. Derval. Paris, Librairie centrale des Sciences, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin mensuel de l'observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei, près Chang-Hai (Chine); t. XIII, année 1887. Zi-Ka-Wei, typographie de la Mission catholique, 1888; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Diccionario de los nombres euskaros de las plantas en correspondencia con los vulgares, castellanos y franceses y cientificos latinos; por D. José Maria de Lacoizqueta. Pamplona, 1888; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Annals of the astronomical observatory of Harvard College. Edward C. Pickering, Director. Vol. XX, Part I. Cambridge, John Wilson and Son, 1889; 1 vol. in-4°.

Reports from the laboratory of the royal College of physicians, Edinburgh. Edited by J. Batty Tuke and G. Sims Woodhead; vol. I. Edinburgh and London, Young J. Pentland, 1889; 1 vol. in-8°.

Systematic account of the geology of Tasmania; by Robt M. Johnston. Tasmania, William Thomas Strutt, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Department of the Interior, Bureau of education, N. H. R. Dawson, *Commissioner. — Report of the Commissioner of Education for the year* 1886-1887. Washington, Government printing Office, 1888; 1 vol. in-8°.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 7 MAI 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Lory*, Correspondant pour la Section de Minéralogie, décédé à Grenoble, le 3 mai 1889.

Notice sur M. Lory ; par M. **Daubrée.**

« La place de professeur de Minéralogie et de Géologie à la Faculté des Sciences de Besançon, à laquelle M. Charles Lory fut nommé en 1849, décida de la voie scientifique où il devait exceller, grâce aux connaissances variées dans les Sciences physiques et naturelles dont il avait acquis les premières notions à l'École Normale.

» Son début fut marqué par la découverte d'un fait important. Il recon-

nut, à la limite du terrain jurassique et du terrain crétacé, des couches à faune lacustre, en parallélisme constant avec les strates marines qui les supportent et celles qui leur sont superposées. Dans cette région, comme dans le midi de l'Angleterre et dans le Hanovre, un vaste lac d'eau douce avait donc subsisté entre deux invasions de la mer. De plus, la parfaite concordance de ces diverses séries de couches montrait que leur dépôt n'avait pas été troublé par des dislocations entre les deux grandes périodes, comme on le supposait.

» L'étude approfondie du terrain néocomien, tant dans le Jura que dans la Provence, à laquelle se livra alors le jeune géologue, révéla en lui un habile stratigraphe et un paléontologiste exercé. Il sut en effet classer, raccorder et grouper des dépôts d'aspect très variable et en constituer un type complet qui devint bientôt classique. Toutes les monographies établies ultérieurement dans bien d'autres contrées sont venues confirmer l'exactitude de la classification établie par M. Lory.

» Il est impossible de rappeler ici, même sommairement, ce dont la Géologie a été redevable depuis lors au savant dont nous déplorons la perte. Son œuvre capitale se trouve inscrite en traits ineffaçables dans les Alpes occidentales.

» Lorsqu'il aborda cette étude si difficile, les Alpes du Dauphiné et de la Savoie étaient depuis trente ans l'objet de très vifs débats entre les géologues les plus éminents. De puissantes séries de couches de grès avec ou sans anthracite, contenant les végétaux de la houille; des calcaires compacts ou schisteux, d'une énorme puissance, avec des ammonites et bélemmites liasiques; des calcaires magnésiens et des schistes lustrés avec des gypses : toutes ces grandes masses se présentaient aux yeux de l'observateur dans un tel enchevêtrement et avec une telle apparence d'union intime que ceux même qui les avaient le mieux étudiées se trouvaient obligés de rapporter le tout à un même système. Il ne s'agissait pas seulement d'un intérêt s'attachant à la région; mais encore on était amené à révoquer en doute la généralité du principe fondamental de la Géologie stratigraphique formulé par Alexandre Brongniart : celui de la reconnaissance des terrains par leurs fossiles caractéristiques.

» A la suite de longues et pénibles recherches, poursuivies avec méthode et précision et représentées par des profils exacts, toutes les difficultés furent levées. Ces terrains carbonifères triasique et jurassique furent nettement reconnus et définis. Par suite, la structure orographique de cette partie des Alpes se trouva clairement expliquée : la succession des terrains

s'y montrait, en effet, pleinement en harmonie avec celle des contrées classiques de l'Europe occidentale.

» L'Ouvrage qui parut en 1857, sous le titre de : *Esquisse d'une Carte géologique du Dauphiné*, avec accompagnement d'une Carte et de nombreuses coupes, expose déjà une grande partie de ces résultats, qui furent développés et complétés ultérieurement par des Mémoires importants. Le rôle prédominant des failles fut reconnu ; il en fut de même pour de grandes lignes de dislocations parfaitement continues, dont les principales peuvent être suivies à travers le Dauphiné, la Savoie et le Valais, et auxquelles sont subordonnés les plissements des couches et tous les détails de la structure orographique.

» Des Cartes géologiques nombreuses servent de démonstration aux idées théoriques de M. Lory. Telles sont : celle de la Tarentaise et de la Maurienne, publiée en collaboration de M. Vallet ; celle du département de la Savoie, exécutée conjointement avec MM. Pillet et Vallet. M. Lory a, en outre, exécuté pour le service de la Carte géologique détaillée de la France les relevés géologiques de six feuilles au $\frac{1}{80000}$.

» Les connaissances et la classification de couches puissantes, d'un aspect uniforme, où les fossiles sont généralement rares, qui sont découpées et ployées suivant des dispositions très diverses, redressées jusque dans la région des neiges perpétuelles, présentent des difficultés dont on ne se fait pas facilement une idée. Ce n'est qu'au prix d'excursions longues et pénibles et de nombreuses ascensions que l'on peut arriver à des conclusions exactes sur leur agencement. Outre le coup d'œil de l'observateur habile, de telles études exigent une ardeur infatigable et un complet dévouement. Telles sont les qualités qu'a manifestées au plus haut degré et pendant plus de quarante ans le géologue éminent que nous venons de perdre à l'âge de 65 ans.

» Correspondant de l'Académie depuis 1877, M. Lory est décédé subitement d'une maladie de cœur, le 3 mai 1889. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation elliptique par réflexion vitreuse et métallique. — Extension des méthodes d'observation aux radiations ultra-violettes. — Continuité existant entre ces deux genres de phénomènes.* Note de M. A. **Cornu.**

« On sait, depuis Fresnel, Brewster, Cauchy, de Senarmont, Jamin, qu'un faisceau de lumière polarisée rectilignement ne se réfléchit, en con-

servant une polarisation rigoureusement rectiligne, que dans le cas où la vibration incidente est parallèle ou perpendiculaire au plan d'incidence. Dans le cas général où la vibration incidente est oblique sur ce plan, la vibration réfléchie est elliptique. Ce phénomène, visible sous toutes les incidences avec les métaux, n'est appréciable avec les corps vitreux qu'aux environs de l'incidence brewstérienne.

» Tout se passe comme si la vibration rectiligne du faisceau incident se dédoublait en deux composantes, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire au plan d'incidence, en donnant naissance à deux faisceaux réfléchis, polarisés rectilignement. Ces deux faisceaux pénétreraient en quelque sorte dans la surface réfléchissante à des profondeurs différentes suivant l'orientation vibratoire, la vibration parallèle au plan d'incidence correspondant le plus souvent au plus grand chemin parcouru : de là une différence de marche entre les deux faisceaux partiels, une différence de phase entre leurs oscillations et la production d'une vibration elliptique dans le faisceau réfléchi, résultant de leur superposition.

» Cette différence de marche, nulle par symétrie pour l'incidence normale ($i = 0$), croît graduellement, suivant des lois diverses selon les substances réfléchissantes, jusqu'à une demi-longueur d'onde à l'incidence rasante ($i = 90$), valeur qui est une conséquence nécessaire des conditions mécaniques de la réflexion des ondes.

» C'est l'étude expérimentale de la loi de variation de cette différence de phase avec l'incidence qui fait l'objet du présent travail. Cette étude se distingue des travaux analogues de de Senarmont, Jamin et de divers observateurs par l'extension considérable donnée aux limites de réfrangibilité entre lesquelles les observations ont été effectuées. Grâce à l'emploi de radiations comprises depuis l'extrême rouge ($\lambda = 700$) jusqu'à l'ultraviolet ($\lambda = 230$), je suis parvenu, en dehors de la confirmation des résultats déjà connus, à des conclusions nouvelles qui me paraissent de nature à modifier les idées généralement admises sur la théorie de ces phénomènes.

» *Appareils et méthodes d'observation.* — Avant de présenter les données numériques et la conclusion générale qui en ressort, il est utile de décrire succinctement les appareils et les méthodes d'observation.

» Les appareils employés sont très analogues à ceux de de Senarmont et Jamin : leur construction diffère un peu, suivant qu'ils servent à l'observation des radiations visibles ou ultra-violettes; mais les modes d'observation ont été notablement modifiés ou perfectionnés.

» Tous deux sont des goniomètres de Babinet, munis d'un collimateur et d'une

lunette dont les objectifs sont des lentilles simples très minces; près des foyers de ces lentilles se trouvent le polariseur et l'analyseur; sur le trajet des faisceaux est un compensateur de Bravais ou de Babinet servant à la mesure des phases. Telles sont les dispositions communes aux deux appareils. Voici maintenant les particularités qui les distinguent suivant la nature des radiations à observer.

» *Radiations visibles.* — La mesure des phases est opérée avec un compensateur de Bravais à teintes plates, dont les diverses parties sont rectifiables, placé en avant de l'objectif de la lunette. Le champ de vision présente, outre les réticules qu'on fait coïncider, non pas une teinte plate, mais deux franges courbes opposant leur convexité: ce sont les sommets des *hyperboles* dites *de Muller*. La manœuvre du biseau mobile du compensateur écarte, rapproche ces deux franges ou les transforme en deux autres

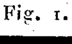
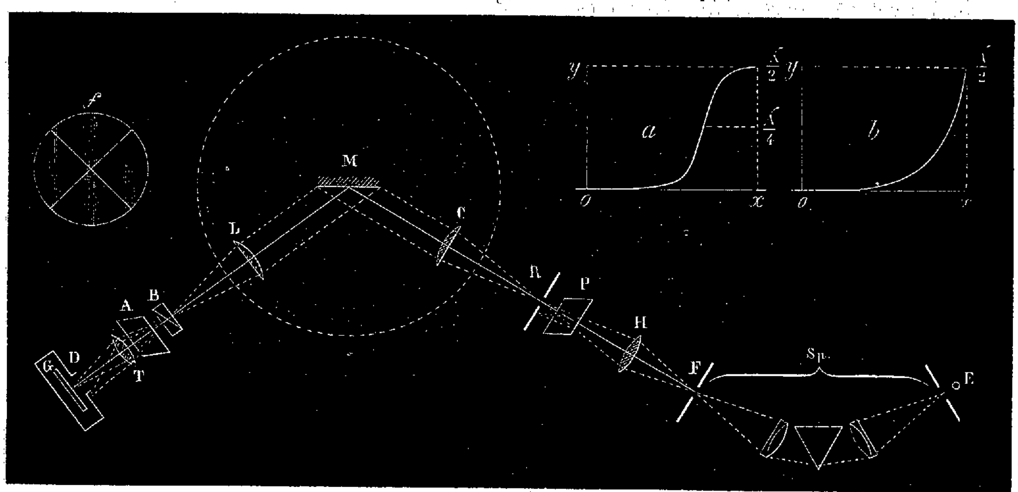


Fig. 1.



franges, sommets de l'hyperbole conjuguée; pour une position intermédiaire du biseau, les deux hyperboles se rejoignent et se confondent en une croix représentant leurs asymptotes communes. Avec une lumière monochromatique, l'obtention de cette croix est le caractère de l'exacte compensation du faisceau elliptique central et de la restauration de la polarisation rectiligne; la manœuvre de l'analyseur permet de donner au centre de cette frange cruciforme le maximum d'assombrissement et de définir alors l'azimut de polarisation rétablie. On retrouve, en définitive, sous une autre forme que dans les expériences de Jamin, la double opération nécessaire pour déterminer simultanément la phase et l'azimut de restauration rectiligne.

» *Radiations ultra-violettes.* — Dans le second appareil (*fig.* 1) les lentilles C, L, au lieu d'être en crown-glass, comme dans le précédent, sont en spath fluor incolore de Suisse, dont la transparence actinique est parfaite : le polariseur P et l'analyseur A sont des rhomboïdes de spath d'Islande, dont on utilise le rayon ordinaire en rejetant le rayon extraordinaire en dehors de l'ouverture des diaphragmes R et D. L'observation pourrait se faire comme avec les radiations visibles à l'aide d'un oculaire fluorescent si les faisceaux réfléchis possédaient une intensité suffisante; malheureusement

il n'en est pas ainsi, et l'oculaire fluorescent n'est utilisable que pour les réglages approximatifs. Il est nécessaire de recourir aux procédés photographiques qui seuls permettent d'utiliser des faisceaux d'intensité actinique aussi faible : encore se présente-t-il une difficulté pratique qui m'a arrêté pendant longtemps, à savoir la quasi-impossibilité d'effectuer la double opération décrite ci-dessus. On conçoit en effet que, pour remplacer par des épreuves discontinues l'observation visuelle et continue du phénomène optique produit par la manœuvre simultanée du compensateur et de l'analyseur, il faudrait de ces épreuves un nombre énorme, égal au produit du nombre de toutes les positions qu'on estime devoir donner à l'analyseur, par le nombre correspondant de celles du compensateur; dans cette série à double entrée, on chercherait l'épreuve dont les franges présentent à la fois les deux caractères de forme et d'intensité signalés plus haut; et, pour chaque incidence, il faudrait recommencer une nouvelle *série double* d'épreuves.

» L'observation photographique complète du phénomène a été réduite à une *série simple* d'essais méthodiques par l'artifice suivant. Au lieu du compensateur Bravais, si précieux pour les radiations visibles, j'ai adopté le compensateur à franges rectilignes de Babinet, comme Jamin; mais, au lieu de chercher comme lui la compensation du faisceau elliptique par déplacement de l'un des biseaux de quartz, j'utilise le déplacement même des franges. A cet effet, les deux quartz croisés du compensateur B, collés à la glycérine, sont réglés optiquement, puis fixés invariablement au foyer de la lunette L; un repère fixe, tracé sur la surface du quartz, permet de déterminer le déplacement des franges; on obtient ainsi sans tâtonnement une mesure de la différence de phase cherchée. Une lentille de spath fluor T transporte l'image amplifiée des franges et du repère sur une plaque sensible G, où elle s'imprime sous l'aspect représenté en f; la mesure définitive s'exécute à loisir sur le cliché qu'on place sous le microscope d'un micromètre approprié.

» Une seule épreuve suffirait à la rigueur pour obtenir la phase cherchée, car la position des franges est théoriquement indépendante de l'azimut de l'analyseur : c'est un avantage précieux de cette méthode d'observation; mais il est préférable d'effectuer en même temps la détermination de l'azimut de polarisation rétablie; pour obtenir ce résultat, il suffit de prendre une série d'épreuves en tournant à chaque fois l'analyseur d'un angle connu. Grâce à l'emploi d'un porte-plaque mobile, semblable à celui que j'avais imaginé en 1872 pour la Commission de Vénus, on peut obtenir toutes ces épreuves sur la même plaque [1] : huit à dix suffisent généralement.

» L'azimut cherché correspond au maximum de netteté des franges. Cette observation par degrés discontinus est évidemment moins précise que l'observation vi-

---

[1] Le porte-plaque à coulisse est très petit, les plaques n'ayant que deux centimètres sur quatre; néanmoins, elles peuvent recevoir onze épreuves. Le collodion humide donne les épreuves les meilleures; mais les plaques à la gélatine conviennent mieux le plus souvent, moins par leur sensibilité que par la facilité qu'elles apportent, comme plaques sèches, aux opérations photographiques; l'observateur n'a à se préoccuper, ni de la dessiccation des bords de la couche sensible, ni de la longueur de la durée d'exposition.

suelle; mais elle se fait sans difficulté, tandis que le mode opératoire ordinaire serait impraticable.

» *Spectroscope éclaireur.* — L'étincelle d'induction condensée, jaillissant entre deux électrodes d'un même métal, est la source la plus commode de radiations ultra-violettes très réfrangibles. On projette l'étincelle placée derrière l'ouverture F d'un écran convenable à l'aide d'une lentille collectrice H de spath fluor sur l'ouverture R du collimateur. Le magnésium est particulièrement précieux, il fournit une radiation (raie quadruple $\lambda = 280$) tellement intense qu'elle permet d'obtenir chaque épreuve en quelques secondes; une lame de glace interposée devant l'étincelle absorbe totalement cette radiation et ne laisse guère subsister que la triple raie ($\lambda = 383$) autrefois utilisée pour l'observation photographique des anneaux colorés (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 333).

» Mais, lorsqu'on veut une grande pureté dans la réfrangibilité de la source employée, il faut isoler la radiation par un prisme à l'aide d'un dispositif S*p* qui constitue un véritable spectroscope ultra-violet (*Comptes rendus*, t. C, p. 1185). On projette alors le spectre de l'étincelle E sur un papier fluorescent percé d'une ouverture F; on peut alors choisir comme source telle raie que l'on désire. C'est ainsi que j'ai utilisé par exemple la double raie du calcium ($\lambda = 317$) qui correspond à R du spectre solaire, la raie 19 du zinc ($\lambda = 256$) et même la raie 23 du cadmium ($\lambda = 231$); on pourrait même aller plus loin en remplaçant par des pièces convenables de quartz les pièces de spath d'Islande, rhomboïdes et prisme, qui figurent dans l'appareil actuel.

» En résumé, l'appareil et la méthode qui viennent d'être décrits permettent de réaliser, avec des radiations invisibles et facilement altérables, des déterminations que l'on considère déjà comme délicates et difficiles avec des radiations visibles : les résultats numériques obtenus dans ces conditions vont montrer que les efforts dirigés dans cette voie sont dignes d'être poursuivis.

» Rappelons d'abord, en quelques mots, les caractères essentiels du phénomène à observer.

» *Substances vitreuses.* — La loi qui caractérise la variation de phase avec l'incidence a été exprimée analytiquement par Cauchy et vérifiée numériquement par Jamin et divers physiciens. L'étude purement expérimentale des phénomènes m'a conduit à une loi très simple, susceptible d'une interprétation géométrique et qui représentent les observations aussi bien que les formules complexes de l'illustre géomètre; j'ai eu l'honneur de la faire connaître à l'Académie en 1878 [1]. Des expériences nouvelles ont montré qu'elle s'étend aux radiations ultra-violettes avec les restrictions dont il sera parlé plus loin. Cette loi a été découverte en construisant la courbe

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 649.

dont les abscisses sont les incidences et les ordonnées les différences de marche observées. Cette courbe (courbe *a*, *fig.* 1) caractérise la *réflexion vitreuse* : elle offre un point d'inflexion à l'incidence où la différence de marche δ atteint $\frac{1}{4}$ de la longueur d'onde : elle coïncide au voisinage de ce point (qui correspond aussi sensiblement à l'incidence principale ou brewstérienne) avec la ligne $x = \mathrm{H} \tang \frac{2\pi}{\lambda}\left(\delta - \frac{\lambda}{4}\right)$ très redressée lorsque l'ellipticité n'est appréciable que dans d'étroites limites d'incidence; elle s'allonge lorsque ces limites s'étendent. L'inclinaison de la tangente au point d'inflexion caractérise donc la grandeur du champ d'elliptisation de la substance et le coefficient H proportionnel au coefficient angulaire de cette tangente en est la mesure. Cauchy ayant déjà représenté cette propriété par le *coefficient d'ellipticité* ε adopté par les physiciens, je ne proposerai pas de définition nouvelle : il suffira, ce qui est facile, d'identifier l'équation de la courbe précédente avec les formules de Cauchy au voisinage de l'incidence principale $\mathfrak{I}$: on trouve la relation très simple

$$\mathrm{H} = \varepsilon \sin^3 \mathfrak{I},$$

qui permet de calculer ε lorsque H est déterminé [1].

» *Substances métalliques.* — La loi représentant pour les métaux les différences de phase des deux composantes suivant l'incidence a été donnée par Cauchy sous une forme assez complexe : j'aurais désiré trouver, comme pour les substances vitreuses, une formule empirique simple exprimant directement la différence de phase en fonction de l'incidence, mais je n'ai pas réussi, probablement parce que le phénomène s'étend sur toute la série des incidences au lieu d'être limité à quelques degrés. Il faut donc se contenter de la représentation graphique de cette loi (courbe *b*, *fig.* 1) qui diffère totalement de celle du cas précédent : c'est une courbe convexe vers l'axe des x, tangente à l'origine ($i = 0$) et sans point d'inflexion au voisinage de $y = \frac{1}{4}\lambda$.

» *Conclusion générale déduite des nouvelles expériences.* — Les considérations précédentes étaient nécessaires pour bien faire comprendre le caractère des deux sortes de phénomènes : les principes [2] sur lesquels Cau-

---

(1) L'expression $\mathrm{H} = \varepsilon \sin^2 \mathrm{P} \cos \mathrm{P}$, donnée dans la Note précitée (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 651), était erronée.

(2) Ainsi les formules de Cauchy pour la réflexion vitreuse sont fondées sur la considération des *rayons évanescents*, tandis que ses formules de la réflexion métallique

chy a établi leur théorie, la forme des lois qui les régissent sont tellement différents que la plupart des physiciens ou géomètres sont accoutumés à les considérer comme de nature distincte.

» La conclusion générale de mes expériences est, au contraire, que les deux genres de phénomènes ne sont pas essentiellement distincts et qu'une même substance peut présenter la transition de l'une à l'autre d'une manière continue, suivant la nature de la radiation réfléchie : il en résulte que les phénomènes présentés par les substances transparentes à reflets métalliques (fuchsine, couleurs d'aniline, platinocyanures, etc.), loin d'être exceptionnels, constituent seulement des formes particulières du cas général de la réflexion.

» Cette conclusion n'implique pas nécessairement que les deux genres de phénomènes sont dus à une seule et même cause, agissant à divers degrés d'intensité; elle conduit toutefois à penser qu'il existe, soit dans le mécanisme de la réflexion des ondes, soit dans la constitution des surfaces réfléchissantes, quelque particularité commune à tous les cas, particularité qui n'apparaît pas dans les théories précitées, mais que l'observation fait ressortir avec évidence par cette continuité un peu inattendue entre la réflexion vitreuse et métallique.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie les données numériques sur lesquelles repose cette conclusion. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'origine du bronze et sur le sceptre de Pepi Ier, roi d'Égypte;* par M. **Berthelot**.

« La question des origines du bronze a préoccupé bien des savants, et j'ai eu moi-même occasion d'y toucher, lors de mes études sur les métaux chaldéens (*Introduction à l'étude de la Chimie des anciens*, p. 225). Elle se rattache étroitement à celle des industries préhistoriques et des routes de commerce. On sait, en effet, que si le cuivre est fort répandu dans le monde, l'étain, autre élément du bronze, est rare et concentré dans des gîtes tout à fait spéciaux, fort éloignés et d'un accès difficile [1].

---

se déduisent, sans nouvelle analyse, de celles de Fresnel, en y supposant imaginaire l'indice de réfraction et usant du mode d'interprétation que Fresnel a employé dans le cas de la réflexion totale.

[1] Voir mon Ouvrage, p. 226; celui de M. Meyer, *Gurina in Obergailthales*

» La mise en circulation de l'étain qui en provient n'a dû commencer qu'à une certaine époque de l'Histoire et à certain degré de la civilisation. Aussi beaucoup d'archéologues ont-ils admis que l'emploi du cuivre pur a dû précéder celui du bronze dans la fabrication des armes et des outils, et ils présentent à l'appui de leur opinion divers objets anciens, fabriqués avec du cuivre pur. Mais la principale difficulté dans ce genre d'études résulte de l'incertitude des lieux d'origine et des dates relatives. De là l'intérêt qui s'attache à l'examen d'objets bien définis et d'un caractère historique incontestable.

» Telle est une figurine, trouvée à Tello, en Mésopotamie, par M. de Sarzec, et qu'il a rapportée au Musée du Louvre. Cette figurine porte le nom gravé de *Goudeah*, personnage de la plus haute antiquité historique, et que M. Oppert fait remonter vers quatre mille ans avant notre ère. Or j'ai trouvé par l'analyse qu'elle est constituée par du cuivre pur.

» J'ai désiré étendre cette recherche à la vieille Égypte, et j'ai prié M. Maspero de m'indiquer quels étaient les objets de ce genre les plus anciens, de date authentique à son avis; car beaucoup des objets existant dans les musées n'offrent pas de date absolument sûre, cette date résultant d'appréciations dont la démonstration n'a pas toujours été donnée. Il a bien voulu me signaler en particulier le sceptre de Pepi Ier, roi de la VIe dynastie, appartenant à l'ancien Empire, et remontant vers 3500 à 4000 ans avant notre ère. Cet objet est conservé dans les collections du Musée Britannique, à Londres. C'est un petit cylindre de métal, creux, long d'une douzaine de centimètres et ayant probablement été emmanché autrefois sur un bâton de commandement. Il est couvert d'hiéroglyphes, et les Égyptologues sont d'accord sur sa date et sur son origine, d'après ce qui m'a été affirmé par les hommes les plus compétents. M. de Longpérier [1] l'a cité comme un objet de bronze : affirmation erronée, comme on va le voir, aucune analyse n'en ayant été faite jusqu'ici.

» J'ai eu quelque peine à me procurer un échantillon d'un objet aussi rare et aussi précieux. Cependant l'ambassadeur français à Londres, notre Confrère, M. Waddington, qui a bien voulu me prêter son concours avec une extrême obligeance, a réussi à obtenir cette faveur du Directeur du Musée Britannique. On a détaché de l'intérieur du cylindre quelques par-

---

(*Karnthen*), p. 65; ceux de M. Chantre, *Recherches anthropologiques dans le Caucase*, t. I, p. 81, et *Age du bronze*, t. II, p. 305; le Livre de M. Bapst sur l'étain, etc.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions pour* 1875, p. 345.

celles de métal, à l'aide desquelles j'ai pu exécuter mes analyses. C'est un acte de libéralité scientifique, dont je dois remercier à la fois le Directeur du Musée Britannique et M. Waddington.

» Le poids de ces limailles s'élevait à $0^{gr},0248$; elles consistaient surtout en un métal rougeâtre, en partie oxydé et associé avec quelques poussières étrangères. L'analyse qualitative et quantitative a pu être exécutée, à $0^{gr},0001$ près. Elle a indiqué du cuivre pur, exempt d'étain et de zinc, mais renfermant une trace douteuse de plomb.

» Cette analyse prouve que le sceptre de Pepi Ier était constitué par du cuivre pur, tel qu'on pouvait l'extraire, à cette époque, des mines du Sinaï; mines exploitées par les Égyptiens dès la troisième dynastie, depuis perdues, puis reconquises par Pepi Ier. Les indications publiées dans l'Ouvrage de Wilkinson (*The customs and manners*, etc., t. II, p. 229-232), montrent que le bronze à base d'étain existait de bonne heure en Égypte [1] sans pourtant en préciser la date ; il a dû être employé, dès qu'il a été connu, à la fabrication des objets usuels. Si cet alliage, plus précieux et plus stable que le cuivre rouge, n'existe pas dans le sceptre de Pepi Ier, on est autorisé à admettre, par une induction vraisemblable, que le bronze n'était pas encore en usage à cette époque reculée. Cette opinion concorde avec les résultats de l'analyse de la statuette de Goudeah ; et il paraît dès lors probable que l'introduction du bronze dans le monde ne remonterait pas au delà de cinquante à soixante siècles. Auparavant, l'âge du cuivre pur aurait régné dans le vieux continent, comme il a existé en Amérique, où la fabrication des métaux semble avoir traversé des phases parallèles. »

CHIMIE. — *Sur la série thionique. — Action des alcalis;* par M. **Berthelot.**

« La détermination des chaleurs de formation des composés thioniques (ce Volume, p. 773) comporte certaines conséquences qu'il m'a paru utile de mettre en évidence par des expériences spéciales : je veux parler des transformations réciproques de ces composés, sous l'influence des acides et sous l'influence des alcalis. C'est cette dernière que je vais examiner

---

(1) Voir aussi *Histoire de l'Art dans l'antiquité*, t. I, *Égypte*, par G. Perrot et Ch. Chipiez, p. 650 et 829.

d'abord; puis j'exposerai la théorie nouvelle des combinaisons thioniques qui en résulte.

» *Pentathionates.* — Ces sels, maintenus à l'ébullition avec un excès d'alcali, se changent, comme l'on sait, en hyposulfites ([1]). Or j'ai reconnu que ce changement a lieu dès la température ordinaire, et qu'il a lieu avec dégagement de chaleur : S^5O^6K ($167^{gr},1$) dissous dans l'eau à $11^o,5$, puis, additionné d'un grand excès de soude ($25NaO$) étendue, a dégagé en quelques minutes : $+11^{Cal},0$; l'action n'était pas terminée, mais elle se prolongeait indéfiniment. Elle répond à la formule ([2])

$$2(S^5O^5,KO)\text{ étendu} + 3KO\text{ étendue} = 5(S^2O^2,KO)\text{ étendu.}$$

Or cette réaction devrait dégager, d'après les données de mes expériences calorimétriques antérieures, $+24^{Cal}$: j'ai trouvé, comme il vient d'être dit, $+11,0 \times 2 = +22^{Cal},0$, la transformation n'étant pas complètement achevée.

» Cette métamorphose s'explique donc par la Thermochimie. Si nous l'examinons de plus près, il est aisé de voir qu'elle est due au changement survenu dans la capacité de saturation des acides. En effet, la transformation directe de l'acide pentathionique en acide hyposulfureux :

$$2(S^5O^5,HO)\text{ étendu} + 3HO = 5(S^2O^2,HO)\text{ étendu}$$

répondrait à une absorption de chaleur :

$$+107,9 \times 2 - 39,7 \times 5 = -17^{Cal},3,$$

tandis que l'énergie mise en jeu par la formation de cinq équivalents de sel, au lieu des deux équivalents primitifs, dégage environ $+41^{Cal},4$; ce qui fournit l'excès thermique annoncé, de $+24^{Cal},1$. On voit comment le principe du travail maximum trouve ici son application et fournit l'interprétation de phénomènes regardés jusque-là comme purement empiriques : il en est ainsi, toutes les fois que n'interviennent pas des phénomènes de dissociation. Nous allons retrouver les mêmes considérations pour toute la série thionique.

([1]) Fordos et Gélis, *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVIII, p. 455.

([2]) On substitue dans cette formule la potasse à la soude pour plus de simplicité; les chaleurs de neutralisation des deux alcalis étant les mêmes.

» *Tétrathionates*. — Ces sels sont également changés en hyposulfites sous l'influence d'un excès d'alcali, avec production simultanée de sulfites. J'ai trouvé que la réaction a lieu avec un dégagement de chaleur, plus lent qu'avec le pentathionate de potasse. Cependant, en deux minutes, la chaleur dégagée par S^4O^6Na, en présence de $3NaO$ étendue agissant à froid, s'est élevée à $+4^{Cal},5$; en douze minutes, à $+9^{Cal},3$; et ce dégagement se poursuit en se ralentissant indéfiniment. La réaction constatée est la suivante :

$$2(S^4O^5, NaO)\text{ étendu} + 3NaO\text{ étendue} = 3(S^2O^2, NaO)\text{ étendu} + 2(SO^2, NaO)\text{ étendu};$$

elle dégagerait, si elle était complète : $+36^{Cal},3$.

» L'énergie mise en jeu dans cette circonstance est due également à l'accroissement survenu dans la capacité de saturation du système et à la chaleur de neutralisation supplémentaire qui en résulte. En effet, le changement direct de l'acide tétrathionique en acides hyposulfureux et sulfureux dissous absorberait

$$(39^{Cal},7 \times 3 + 38,4 \times 2 = 195,9) - (102,6 \times 2 = 205,2) = -9^{Cal},3;$$

tandis que la formation desdits acides sulfureux et hyposulfureux, en présence des alcalis, porte la chaleur de neutralisation de

$$13,8 \times 2 = 27^{Cal},6 \quad \text{à} \quad 13^{Cal},8 \times 3 + 15,8 \times 2 = 73^{Cal},2;$$

ce qui fait un excès de $+45^{Cal},6$. Telle est l'origine de l'énergie qui détermine la réaction.

» Les *trithionates* sont plus stables et, dès lors, plus difficiles à transformer par les alcalis que les sels précédents. A froid, il n'y a pas d'action immédiate; ce que j'ai vérifié par les mesures suivantes :

$S^3O^6K + 6^{lit}$ eau, à $11°$	$-6^{Cal},51$
S^3O^6K dissous $+ 2NaO$ (un équivalent $= 2^{lit}$)	$+0^{Cal},05$.

Mais à chaud le trithionate se change en hyposulfite, d'après Fordos et Gélis, conformément à l'équation

$$2(S^3O^5, KO)\text{ étendu} + 3KO\text{ étendue} = (S^2O^2, KO)\text{ étendu} + 4(SO^2, KO)\text{ étendu}.$$

» Cette dernière réaction dégage, d'après le calcul, $+17^{Cal},9$; mais la

chaleur dégagée résulte, comme dans les cas précédents, de l'excès des chaleurs de neutralisation, soit $+77,4-41,4=+36,0$, sur la différence des chaleurs de formation des acides eux-mêmes, soit

$$193,3-211,4=-18,1:$$

quantité négative qui exclut un dédoublement direct.

» J'ai cru utile de vérifier l'action d'un excès d'alcali sur l'hyposulfate, lequel ne saurait régénérer d'hyposulfite, aussi bien que sur l'hyposulfite.

Hyposulfite.

NaO (un équivalent = 5^{lit}) + $S^2O^3Na, 5HO$ cristallisé, à 11°. . . $-5^{Cal},27$

$S^2O^3Na, 5HO$ crist. + 3^{lit} d'eau à 11°. . . . . $-5,37$
» + NaO (un équivalent = 2^{lit}) . $+0,10$
} $-5,27$ (accord.)

» La soude est donc sans action immédiate sur ce sel, à froid, comme on devait s'y attendre.

Hyposulfate.

$2NaO$ (un équivalent = 2^{lit}) + S^2O^6Na (un équivalent = 2^{lit}), à 14°. . . . $-0^{Cal},03$.

» L'extrême stabilité de ce sel à la température ordinaire, laquelle est comparable à celle des sulfates, pouvait faire prévoir ce résultat.

» Tels sont les faits observés dans la réaction des alcalis sur les sels thioniques.

» Quelques mots maintenant sur la constitution des sels thioniques, et sur les conséquences théoriques qui en résultent, au point de vue de la Thermochimie.

» On peut rendre compte de la constitution des composés thioniques, par une théorie nouvelle et conforme aux idées actuelles de la Chimie, en les assimilant aux composés qui dérivent de l'association de plusieurs molécules acides, dont la fonction se trouve partiellement saturée, par suite de la formation *d'anhydrides condensés simples ou doubles*, avec élimination d'eau. L'acide hyposulfureux et l'acide sulfureux en sont les générateurs.

» Le premier acide, en raison de l'existence de ses sels doubles, ne saurait avoir une formule plus simple que $S^4O^4(H^2O^2)$, ou $S^2\text{O}^2(H^2\text{O})$ en atomes. Il engendrera en principe des anhydrides condensés, $(S^4O^4)^n(H^2O^2)^{n-m}$, tels que l'acide pentathionique : $(S^4O^4)^5(H^2O^2)^2$; la diminution dans la capacité de saturation étant proportionnelle au nombre m de molécules d'eau éliminées : ce que l'expérience confirme. Au lieu d'associer cinq molécules

hyposulfureuses, faisons intervenir à la fois cet acide et l'acide sulfureux, nous aurons quatre nouveaux acides, entre lesquels figurent les composés $(S^4O^4)^3(S^2O^4)^2(H^2O^2)^2$ et $S^4O^4(S^2O^4)^4(H^2O^2)^2$: ce sont les acides tétrathionique et trithionique, comme le prouve la réaction des alcalis. Il doit en exister encore deux autres, tels que le composé $(S^4O^4)^4S^2O^4(H^2O^2)^2$. Or ce composé existe en effet, sous forme de sel de potasse, isolable par une première cristallisation dans la préparation du pentathionate par le procédé Debus : c'est en le redissolvant dans l'eau aiguisée d'acide sulfurique, en vertu d'une réaction nouvelle, que l'on obtient simultanément des cristaux de pentathionate et de trithionate, faciles à distinguer et à séparer par triage. Ludwig a signalé un sel de baryte du même acide intermédiaire. Quatre des acides complexes annoncés par la théorie ont donc été isolés et ils possèdent la capacité de saturation et les réactions prévues. Il ne reste à obtenir que le cinquième acide, $(S^4O^4)^2(S^2O^4)^3(H^2O^2)^2$, intermédiaire entre le tétra et le trithionate. L'aptitude à former des composés condensés se retrouve d'ailleurs dans l'acide sulfureux, comme je l'ai prouvé par mes études sur la formation du métasulfite : $(S^2O^4)^2\,2KO$, formation également accomplie avec perte d'eau et avec dégagement de chaleur (¹).

» Les analogies de constitution et les changements réciproques des divers acides thioniques sont faciles à expliquer par cette théorie. Leurs relations thermochimiques le sont également. En effet, les trois composés acides que j'ai étudiés sous ce point de vue sont tous trois formés avec dégagement de chaleur, à partir de leurs composants, comme il convient pour des combinaisons condensées.

		Cal
Penta :	$5(S^4O^4, H^2O^2) = (S^4O^4)^5(H^2O^2)^2 + 3H^2O^2$, dégage..............	+34,6
Tétra :	$3(S^4O^4, H^2O^2) + 2S^2O^4$ diss. $= (S^4O^4)^3(S^2O^4)^2(H^2O^2)^2 + H^2O^2$....	+18,6
Tri :	$S^4O^4, H^2O^2 + H^2O^2 + 4S^2O^4$ dissous $= S^4O^4(S^2O^4)^4(H^2O^2)^2$.......	+36,2

» La régénération spontanée de l'acide hyposulfureux, au moyen de ces trois acides libres, ne peut donc avoir lieu : je dis *par une réaction simple, totale et directe,* attendu qu'elle absorbe de la chaleur.

» Au contraire, si l'on fait intervenir un excès d'alcali, la transformation des anhydrides condensés en sels accroît la capacité de saturation : de là résulte une énergie complémentaire, que j'ai calculée plus haut et qui surpasse notablement l'absorption de chaleur produite par la transformation

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 6ᵉ série, t. I, p. 82.

des acides libres. La réaction inverse, c'est-à-dire la régénération de l'acide hyposulfureux, devient par là possible, et même nécessaire, si l'on fait intervenir une température et des conditions convenables.

» La théorie générale des anhydrides condensés rend donc un compte exact, à la fois chimique et thermochimique, de la constitution, des conditions de réaction, et des transformations des composés thioniques. Il serait facile de montrer qu'elle s'applique également aux acides métaphosphorique et pyrophosphorique, composés condensés avec perte dans la capacité de saturation, comparés à l'acide phosphorique normal et tribasique. Tous ces composés, jusqu'ici réputés isolés et exceptionnels, se rattachent aux mêmes théories générales que les acides organiques. »

MÉTÉORITES. — *Météorite holosidère découverte à l'intérieur du sol en Algérie, à Haniet-el-Beguel;* par M. **Daubrée.**

« Une météorite a été récemment découverte à l'intérieur du sol, ce qui est bien rarement arrivé.

» Ce fait s'est produit en Algérie, dans le Mzab, pour une météorite holosidère. On fonçait un puits à Haniet-el-Beguel, localité du désert située dans l'Oued Mzab, à 80^{km} à l'est de Ghardaïa, sur la route de Ouargla, lorsqu'à 5^{m} de profondeur, au milieu de graviers et de cailloux, on rencontra un échantillon dont l'aspect métallique et la densité frappèrent nécessairement l'attention.

» Sa forme est grossièrement celle d'une pyramide quadrangulaire très allongée dont les faces, au lieu d'être planes, sont modifiées par des érosions profondes (cupules ou piézoglyptes) des mieux caractérisées. Il est remarquable que cette forme rappelle d'une manière très intime, dans son ensemble et dans ses détails, l'holosidère trouvé au Chili, à Rio Juncal, près Pædernal, que possède le Muséum. Toutefois, les dimensions sont très différentes : la météorite algérienne a $0^{m},16$ dans sa plus grande dimension sur $0^{m},12$ et $0^{m},06$ dans le sens perpendiculaire, tandis que la météorite chilienne mesure $0^{m},47$ sur $0^{m},30$ et $0^{m},21$.

» Le poids de la première est de $2^{kg},001$, c'est-à-dire environ cinquante fois moindre que la seconde, qui atteint 104^{kg}.

» La surface de l'holosidère de Haniet-el-Beguel porte des vestiges d'une écorce noire, semblable à celle qui recouvre d'ordinaire les holosidères. Cette écorce, unie et lisse sur sa plus grande étendue, est chagrinée en

quelques points et présente, près du sommet de la pyramide, une série de stries fines et parallèles comme en produit un ruissellement ou une énergique friction. Çà et là, quelques grains du sable ambiant s'y sont agglutinés.

» Une petite section montre les figures de Widmanstätten parfaitement nettes, semblables à celles du type de Caille et de Rio Juncal. C'est une ressemblance de plus avec cette dernière météorite.

» Un jeune chimiste, habile et zélé, M. Flamand, préparateur de Minéralogie à l'École supérieure des Sciences d'Alger, désirant étudier cet échantillon du pays qu'il habite et qu'il explore, je lui réserve de faire connaître les caractères chimiques et la densité de cet échantillon.

» C'est M. le commandant de Porter, commandant supérieur du cercle de Ghardaïa, qui, soupçonnant l'intérêt de cet échantillon insolite, l'a recueilli. M. Pouyanne, ingénieur en chef à Alger, après l'avoir sollicité et obtenu de cet officier, s'est empressé de me l'offrir pour le Muséum d'Histoire naturelle. Je me fais un plaisir de témoigner toute ma gratitude et celle des amis de la Science à M. Pouyanne, qui est d'ailleurs connu par ses publications géologiques et par les services qu'il a rendus et ne cesse de rendre chaque jour à l'industrie minérale de notre belle colonie.

» Quoique la chute n'ait pas été aperçue, l'origine extra-terrestre de cette masse est hors de doute, tant à cause de sa forte proportion de nickel et de sa texture que des cupules profondes qui la terminent et qui annoncent une météorite complète.

» La profondeur à laquelle la masse a été trouvée tend à faire croire qu'elle remonte à une date fort ancienne et probablement à l'époque quaternaire; cependant, avant de l'affirmer, il convient qu'un examen attentif de cette localité peu fréquentée, sur laquelle M. Pouyanne voudra bien nous renseigner, apprenne si quelque cause accidentelle n'a pu la faire pénétrer ultérieurement dans l'intérieur du sol. »

ASTRONOMIE. — *Note de M.* **Mouchez**, *accompagnant la présentation du* 3e *fascicule du* « *Bulletin international de la Carte du Ciel* ». « Le pantograveur stellaire » *de M.* Isaac Roberts.

« En présentant le 3e fascicule du *Bulletin du Comité international de la Carte photographique du Ciel*, M. Mouchez appelle l'attention de l'Académie sur la Notice dans laquelle M. Isaac Roberts donne la description de l'instru-

ment qu'il vient d'imaginer et d'essayer pour la reproduction gravée des clichés d'étoiles.

» On sait que la grande utilité de la Carte photographique des étoiles jusqu'à la 14e ou 15e grandeur et des Catalogues qu'on en déduira sera de pouvoir transmettre à une époque très éloignée de la nôtre l'image exacte du ciel actuel, afin de permettre au temps de rendre assez grand le déplacement si lent des étoiles pour qu'on puisse déterminer leurs mouvements propres et relatifs.

» La connaissance de l'ensemble de tous ces mouvements à peine sensibles dans le cours d'un siècle, et qui échappent presque complètement aujourd'hui à la Science par l'incertitude d'observations très délicates insuffisamment espacées et la brièveté de la vie humaine, permettra certainement de découvrir bien des points d'une haute importance pour la connaissance de l'univers.

» L'objection la plus sérieuse qu'on avait faite à ce projet, dont on poursuit aujourd'hui très activement partout les préparatifs d'exécution, était la grande difficulté, sinon l'impossibilité de conserver et d'utiliser pendant des siècles, sans altération ni avaries, de si fragiles clichés avec leur délicate couche sensible. Leur reproduction sur papier ne pouvait donner d'ailleurs une garantie d'exactitude et de durée suffisante pour qu'on pût y avoir recours.

» L'instrument que vient d'imaginer M. Isaac Roberts, et qu'il désigne sous le nom de *pantograveur stellaire*, permet de reporter sur une plaque métallique avec une rigoureuse exactitude en grandeur et en position toutes les étoiles contenues sur un cliché. L'opération pouvant se faire d'une manière sûre, économique et suffisamment rapide, il devient donc possible de reproduire sur métal en autant d'exemplaires qu'on le voudra tous les clichés de la Carte du Ciel, et l'on pourra également en tirer un nombre indéfini d'exemplaires sur papier pour en vulgariser l'usage.

» Si, comme tout permet de le croire d'après les essais déjà faits avec le premier appareil qui a été construit, le problème est aussi complètement résolu, c'est un nouveau et grand service qu'aura rendu à l'Astronomie M. Roberts, auquel on doit déjà les magnifiques photographies de nébuleuses dernièrement présentées à l'Académie.

» Ce 3e fascicule contient également un très intéressant Mémoire de M. Van de Sande Bakhuyzen, directeur de l'observatoire de Leyde, sur les nombreuses mesures qu'il a opérées sur des clichés d'étoiles de MM. Henry.

» La conclusion de ce Mémoire, conforme aux résultats semblables déjà

obtenus par M. le Dr Thiele à l'observatoire de Paris en 1887, est que les clichés de MM. Henry sont susceptibles de donner les positions des étoiles avec la plus haute précision. »

CHIRURGIE. — *Nouvelles expériences sur l'accroissement des os longs après l'ablation d'un des cartilages de conjugaison et sur l'hyperplasie compensatrice par le cartilage conservé.* Note de M. **Ollier**.

« Nos anciennes expériences sur l'ablation des cartilages de conjugaison des os longs ont démontré que l'arrêt de l'accroissement longitudinal était absolu et définitif après l'ablation des deux cartilages, et proportionnel à l'importance physiologique du cartilage conservé dans le cas où un seul de ces organes avait été détruit ou enlevé.

» Ces deux propositions expérimentales ont été confirmées par l'étude des ostéites spontanées et les résultats des résections sur l'homme. Mais on rencontrait de temps en temps des faits en apparence contradictoires que l'activité proportionnelle des divers cartilages ne pouvait pas expliquer et qui indiquaient l'intervention d'un nouveau facteur. La quantité réelle de l'arrêt de développement n'atteignait pas ou dépassait, dans quelques cas, ce que nous avions annoncé d'après l'ablation expérimentale des cartilages intermédiaires, même en tenant compte, soit de l'excitation occasionnée par la persistance d'un foyer d'irritation dans l'os, soit de l'atrophie générale du squelette amenée par la maladie elle-même ou de l'inactivité fonctionnelle.

» Ayant observé, après une résection totale du coude, un humérus un peu plus long que l'humérus du côté sain et ne pouvant attribuer cet excès d'accroissement à une reproduction exubérante de la partie enlevée (la masse des parties néoformées étant moins haute que la masse réséquée), nous avons dû en demander l'explication à l'expérimentation, qui nous a révélé un fait nouveau, à l'aide duquel nous pouvons aujourd'hui donner une théorie plus complète de l'accroissement pathologique des os et expliquer les exceptions que nous avons rencontrées jusqu'ici.

» Ce fait nouveau, c'est l'hyperplasie compensatrice qui se produit dans le cartilage de conjugaison restant après la résection ultra-épiphysaire d'une extrémité de l'os. Pour le démontrer, nous avons eu recours au procédé du clou médian, c'est-à-dire implanté au milieu de la longueur de l'os, sur de jeunes animaux auxquels nous pratiquons ensuite une résection ultra-

épiphysaire. Dans ce but, nous implantons, le même jour, au milieu de l'humérus (nous prendrons aujourd'hui cet os seul, par exemple) et sur chaque membre, un clou de plomb solidement fixé, et nous pratiquons ensuite, *d'un côté seulement,* la résection de l'extrémité cubitale. Nous laissons vivre l'animal un temps suffisant pour que le squelette ait notablement grandi (2, 3, 4 mois selon l'espèce), et, à l'autopsie, nous constatons que le clou se trouve sensiblement plus éloigné de l'extrémité supérieure que du bout inférieur de l'os. Comme il ne peut y avoir ici d'accroissement interstitiel et que le cartilage de conjugaison est le seul organe de l'accroissement longitudinal, il n'y avait qu'une conclusion à tirer de cette expérience : c'est que le cartilage de conjugaison conservé avait éprouvé une suractivité végétative et que cette hyperplasie pouvait être un élément précieux pour diminuer les déficits résultant directement de la résection.

» Cette hyperplasie compensatrice peut être portée assez loin pour diminuer d'une manière très sensible, en dehors de toute reproduction osseuse, le déficit résultant d'une résection ultra-épiphysaire. Pour l'humérus, par exemple, elle peut représenter le quart et même le tiers de l'accroissement physiologique pendant la durée de l'expérience et augmenter de 2^{cm} et 3^{cm} un os qui normalement n'aurait dû s'allonger que de 8^{cm} ou 9^{cm} par l'extrémité conservée.

» Mais cette hyperplasie compensatrice n'est pas constante. Outre qu'il s'agit là d'un phénomène de réaction qui pourra varier beaucoup chez l'homme, d'un sujet à un autre, elle est subordonnée à d'autres conditions plus facilement calculables qu'il importe de déterminer pour les explications chirurgicales et pour l'interprétation rationnelle des difformités consécutives aux lésions spontanées survenues dans l'enfance. Elle ne se produit d'une manière sensible que lorsque le membre reprend ses usages après la résection. Le stimulus du fonctionnement physiologique lui est indispensable; sans cela, il s'atrophie dans son ensemble. L'activité végétative du cartilage s'arrête bientôt, malgré une excitation momentanée, et finalement le membre envahi par les troubles trophiques dans tous ses tissus se tient en arrière du membre sain et reste d'autant plus court que l'inactivité fonctionnelle persiste plus longtemps.

» Nous avons déjà fait connaître l'allongement anormal des segments du membre situés au-dessus et au-dessous d'une partie réséquée. Après la résection du poignet, l'humérus du côté opéré s'allonge plus que celui du côté sain; après la résection de l'épaule, les os de l'avant-bras du même côté sont plus longs que ceux du côté sain. Frappé par l'aspect de ces os,

allongés, il est vrai, mais plus minces, plus droits, plus légers et plus fragiles que les os sains du côté opposé, nous avions donné le nom d'*atrophique* à cet allongement anormal. Nous retrouvons la même structure dans les os qui ont subi l'hyperplasie compensatrice après une résection; mais, lorsque le membre reprend ses fonctions, ils acquièrent une solidité assez grande pour les usages auxquels ils sont destinés.

» Nous avons vérifié l'hyperplasie compensatrice après les diverses résections, mais elle varie d'un os à l'autre, et, pour un même os, elle se produit très inégalement sur chacune de ses extrémités. Elle se produit surtout sur le cartilage qui prend normalement la plus grande part à l'accroissement longitudinal de l'os; et, comme l'inégalité peut être très grande entre les deux cartilages d'un même os, on doit s'attendre à de grandes différences après les diverses résections; à l'état normal le cartilage fertile fournit pour certains os les deux tiers, les trois quarts et même les cinq sixièmes de l'accroissement total (proportion très variable, du reste, suivant les différents animaux). C'est le même cartilage qui présentera principalement l'hyperplasie compensatrice après une résection; le cartilage accessoire ou à fécondité limitée restant relativement stérile. Ce sont les parties les plus actives physiologiquement qui subissent le plus efficacement les effets des irritations accidentelles ou traumatiques. A une suractivité physiologique répond une excitabilité plus grande.

» Par exemple, si le cartilage supérieur de l'humérus reprend une nouvelle énergie après la résection de l'extrémité inférieure de cet os, il n'en est pas de même pour le cartilage inférieur après la résection de l'extrémité opposée. On obtient, après la résection du coude, une hyperplasie compensatrice relativement considérable; la résection de l'épaule laissera presque indifférent le cartilage inférieur de l'os et rien ne viendra compenser d'une manière appréciable le déficit dû à l'ablation du cartilage fécond.

» Nous nous bornons aujourd'hui à énoncer le fait; dans une prochaine Communication, nous l'étudierons dans les différentes résections. Ce qu'il nous paraît important de démontrer, c'est le fait général de la suractivité végétative ou de l'hyperplasie du cartilage conservé, ce fait n'ayant jamais été établi et ne paraissant pas même avoir été soupçonné. L'examen simple des os ayant autrefois subi une résection ne pouvait y conduire, car il est impossible de se rendre compte de la part que les diverses parties d'un os ont prise à son accroissement. La présence de points de repère fixes et invariables, placés simultanément sur les os analogues dans les deux

membres, était absolument indispensable pour constater l'hyperplasie compensatrice et en déterminer le degré.

» Indépendamment de son intérêt physiologique, ce fait nous permet de mieux nous rendre compte chez l'homme de l'arrêt de développement et du raccourcissement définitif qui suivent les résections et les diverses mutilations du squelette; il nous montre surtout que les conséquences de l'ablation d'un cartilage de conjugaison peuvent, dans certaines conditions, être sensiblement atténuées. Jusqu'ici nous n'avions vu que la persistance dans l'os d'une irritation chronique (foyer d'ostéite, corps étranger, sequestre incarcéré), comme moyen d'activer l'accroissement longitudinal dans un os réséqué. Nos nouvelles expériences prouvent que cette hyperplasie pourra s'opérer sans foyers d'inflammation appréciable, par le fait seul de l'irritation indirecte produite par le traumatisme opératoire quand le membre pourra recouvrer son activité fonctionnelle.

» L'arrêt d'accroissement consécutif à l'ablation d'un cartilage de conjugaison ne représentera donc pas exactement la hauteur de la colonne osseuse qui aurait fourni normalement ces cartilages; il sera diminué par l'hyperplasie du cartilage restant. La gravité du pronostic porté sur certaines résections pratiquées dans l'enfance doit être, par cela même, un peu atténuée, toutes les fois que l'on pourra obtenir un membre capable de fonctionner activement. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de proposer des questions de prix.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Bordin* (*Sciences physiques*) pour l'année 1891. — MM. Edwards, de Quatrefages, Duchartre, Daubrée et Blanchard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Fizeau.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Fourneyron* pour l'année 1891. — MM. Phillips, Maurice Lévy, Resal, Boussinesq et Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marcel Deprez et de Bussy.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Gay* (*Géographie physique* pour l'année 1891). — MM. Grandidier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Jurien de la Gravière et Edwards réunissent la majorité des suf-

frages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Duchartre.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Pourat* (*Physiologie* pour l'année 1891). — MM. Brown-Séquard, Marey, Bouchard, Chauveau et Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Edwards et Charcot.

CORRESPONDANCE.

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut, des Cartes récemment publiées par le Service hydrographique de la Marine.

4250. Du cap Farina au cap Carthage (Tunisie), par M. Manen.
4314. Côtes de Tunisie, de Bône à Tunis, par M. Manen.
4327. Direction et intensité probable des courants dans l'Atlantique nord (semestre d'été, d'avril à septembre), par M. Simart.
4328. Direction et intensité probable des courants dans l'Atlantique nord (semestre d'hiver, d'octobre à mars), par M. Simart.
4330. Groupe des îles Hon-Mé et mouillage de Bien-Shon (Tonkin), par M. Laporte et les officiers du *Bourayne*.
4343. Hesteyre fiord (côte nord d'Islande).
4351. Rivières Rumbi et Massake (golfe de Guinée, côte occidentale d'Afrique).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force électromotrice des piles*. Note de MM. **P. Chroustchoff** et **A. Sitnikoff** (1).

« La mesure directe de la force électromotrice des piles ne donne qu'exceptionnellement des nombres concordants avec la valeur de cette force, calculée d'après les données thermochimiques de la réaction, qui accompagne le travail de la pile. Il est bien connu, d'autre part, que le théorème de Thomson, dont on fait usage pour le calcul de la force électromotrice, se trouve être vrai, si on le modifie conformément à une considération thermodynamique, due à M. Helmholtz. Cette modification du

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait insérée en entier.

théorème de Thomson, qu'on peut alors mettre sous la forme

$$E = 0,043\,C \pm T\frac{dE}{dT}$$

(où C = chaleur de la réaction, E = force électromotrice de la pile), étant rigoureusement exacte, a été pleinement confirmée par des expériences ultérieures. Mais, étant l'expression d'une relation très générale, elle admet des interprétations différentes du phénomène qui concourt à entraver la transformation totale de l'énergie chimique en énergie du courant. Ainsi on peut supposer que l'énergie chimique n'est en général que partiellement transformable en énergie électrique : une partie seulement de l'énergie chimique présente serait *libre,* tandis que le reste ne pourrait être transformé qu'en chaleur, les deux parties de l'énergie chimique formant des catégories bien distinctes. Ce point de vue a été exposé par M. Braun, indépendamment de la théorie de M. Helmholtz. D'autre part, on peut chercher l'existence de phénomènes réels, intimement liés à la production du courant par les piles, phénomènes dont le rôle reviendrait à contrecarrer la transformation intégrale de l'énergie chimique; ces phénomènes secondaires pourraient modifier « l'effet utile » de l'énergie chimique, dont une partie seulement serait « libre », mais cette fois-ci par rapport au résultat définitif. En Chimie générale, ces deux modes d'interprétation amènent à des conclusions opposées : le premier tendrait à assigner une double origine à la chaleur des réactions, dont une part correspondrait au potentiel chimique, lequel à son tour ne pourrait être déduit des données de la Thermochimie qu'à l'aide de « coefficients d'effet » utile », tirés de la valeur des forces électromotrices; le second n'introduirait pas cette distinction absolue de la partie transformable de l'énergie chimique et ramènerait les différences observées à des complications secondaires.

» En examinant les Mémoires publiés au sujet de cette question, nous avons été arrêtés par les considérations suivantes. On sait qu'il se produit aux surfaces de contact des métaux et des liquides d'une pile, traversée par un courant, un phénomène thermo-électrique, dit *de Peltier;* l'énergie produite, ou absorbée, par le phénomène de Peltier, pouvant jouer le rôle de chaleur secondaire, il est évident qu'on est conduit à en rechercher la valeur numérique, pour la comparer au terme $\pm T\frac{dE}{dT}$ de l'équation de M. Helmholtz. Un physicien allemand, M. Gockel, a exécuté une pareille

comparaison pour une série de piles; cette recherche lui a donné un résultat négatif pour la concordance de la valeur absolue de l'effet Peltier et du terme $\pm T\frac{dE}{dT}$, quoiqu'elle établissait une coïncidence pour le signe de l'énergie. Mais les seules différences importantes qu'il observa se rapportaient à des piles aux sels de mercure, pour lesquelles il fit usage des données thermochimiques de M. Thomsen. En calculant ses résultats avec les données nouvelles (Nernst, 1886), nous avons été frappés de l'accord entre les forces électromotrices observées et celles qu'on peut calculer en tenant compte de l'effet Peltier. Cette remarque nous a engagés à entreprendre quelques mesures de forces électromotrices, dont nous nous permettons de donner un résumé.

» La chaleur due au phénomène de Peltier peut être représentée par un terme $T\frac{dE}{dT}$ (en mesure mécanique), où E indique la force thermo-électromotrice de la combinaison considérée. On voit l'analogie de cette expression de la valeur de l'effet Peltier avec le terme $\pm T\frac{dE}{dT}$ de l'équation de M. Helmholtz, terme représentant la différence entre la chaleur chimique et la chaleur voltaïque d'une pile; on est donc amené à se demander si ce sont là deux expressions équivalentes d'une même quantité, expressions qu'on serait en droit d'identifier. Il est évident qu'on pourrait le faire seulement à la condition de rapporter la variation avec la température à la partie thermo-électrique de la force électromotrice. M. Duhem a insisté sur l'impossibilité d'instituer une semblable identification *a priori*, eu égard à l'absence d'une relation connue entre l'entropie d'un système et ses constantes thermo-électriques. Nous nous sommes conséquemment adressés à l'observation directe. A cette fin, nous avons choisi quelques piles (étudiées par M. Wright), que nous avons prises parmi les différentes catégories, distinguées par les physiciens; nous en avons déterminé les forces électromotrices et les valeurs de $\frac{dE}{dT}$ des forces thermo-électromotrices aux différents contacts des métaux, liquides et précipités, réunis pour former les piles.

» Nous nous sommes servis d'une méthode de compensation, qui ne diffère pas en principe de la manière dont M. Bouty mesurait la différence de potentiel aux extrémités des tubes capillaires pour arriver à déterminer leur conductibilité (*Annales de Chimie et de Physique*, 1884); toutes nos mesures se rapportent donc à des piles ouvertes. Mais, pour éviter

des mesures absolues, nous avons comparé, par substitution, les forces électromotrices inconnues à celles de plusieurs éléments *normaux* : de Gouy, Latimer-Clark et Helmholtz (dissol. de $ZnCl^2$ à 8 pour 100). En adoptant 1,433 volts à 22° pour le L.-Cl., nous avons obtenu, le 6 avril 1888 :

L.-Cl. = 1,433 volts; Gouy = 1,3919 volts; Helmholtz = 1,0822 volts;

et de même, le 5 août 1888, avec les mêmes éléments :

L.-Cl. = 1,433 volts; Gouy = 1,3909 volts; Helmholtz = 1,0824 volts.

Ces valeurs se rapprochent sensiblement des données des auteurs et ont été suffisamment constantes, pour le but de notre recherche, entre les époques du commencement et de la fin des mesures en question. Les variations des forces thermo-électromotrices ont été mesurées de la même manière, à l'électromètre de M. Lippmann, avec des piles, contenant le même métal aux deux électrodes, séparées par un long tube capillaire et maintenues, l'une à 0° C., l'autre à 50° C. environ, dans des étuves; la lecture des températures se faisait au dixième de degré. Nous n'avons pas tenu compte des variations thermo-électriques au contact des métaux entre eux et des liquides entre eux, ces quantités étant négligeables pour des évaluations approximatives. Voici quelques exemples (¹) :

» 1. *Cas de force électromotrice observée plus grande que la force calculée* (théorème de Thomson) : Cu | sol. $CuSO^4$ | sol. $ZnSO^4$ | $PbSO^4$ | Pb. — E trouvée = $0^{volt},61$ à 20°.

» Théorie = $0^{volt},383$, en adoptant : Cu, S, O^4, dissous = $198^{Cal},4$ et Pb, S, O^4 = $216^{Cal},2$; $\frac{dE}{dT} = 0^{volt},00066$, par degré (entre 0° et 50°) pour le système Cu | sol. $CuSO^4$ | Cu, et $\frac{dE}{dT} = -0^{volt},00011$ pour le système Pb | $PbSO^4$ | sol. $ZnSO^4$ | $PbSO^4$ | Pb.

» On en tire, par l'équation de M. Helmholtz, $E = 0^{volt},608$, comme le donne l'observation directe. Nous remarquerons ici que nous avons toujours tenu compte de la polarisation, très faible du reste, qu'on observe pour des électrodes identiques à même température ; aussi nous ne citons que des observations où la force électromotrice de la pile et les différences

(¹) Les liqueurs des piles ont toujours été *normales* (un équivalent = 1^{lit}). Sol. $CuSO^4$ indique une dissolution normale de $CuSO^4$ pour nos observations.

thermo-électriques revenaient exactement aux valeurs initiales, après un échauffement prolongé, condition qui restreint beaucoup le nombre des piles capables d'être étudiées à ce point de vue.

» 2. *Même catégorie de piles :* Hg | Hg^2Cl^2 | sol. $ZnCl^2$ | sol. $PbCl^2$ (1) | Pb. — E trouvée $= 0^{volt},540$ à $20°$.

» Théorie $= 0^{volt},434$, en adoptant Pb, Cl^2 (solide) $= 82^{Cal},8$ et Hg^2, $Cl^2 = 62^{Cal},6$; ou théorie $= 0^{volt},33$, en adoptant Pb, Cl^2 (dissous) $= 76^{Cal}$;

» $\frac{dE}{dT} = 0^{volt},00066$ pour le système Hg | Hg^2Cl^2 | sol. $ZnCl^2$ | Hg^2Cl^2 | Hg;

» $\frac{dE}{dT} = 0^{volt},00009$ pour le système Pb | sol. $PbCl^2$ | Pb.

» On en tire $E = 0^{volt},50$ pour $PbCl^2$ dissous, et $E = 0^{volt},60$ pour $PbCl^2$ solide; la valeur que nous avons trouvée est intermédiaire.

» 3. *Cas de force électromotrice observée, moindre que la force calculée :* Pb | $PbSO^4$ | sol. $ZnSO^4$ | Zn. — E trouvée $= 0^{volt},500$ à $20°$.

» Théorie $= 0^{volt},697$, en adoptant Zn, S, O^4 (dissous) $= 248^{Cal},5$. Nous trouvons $\frac{dE}{dT} = 0^{volt},00076$ pour le système Zn | sol. $ZnSO^4$ | Zn, et comme plus haut

$$\frac{dE}{dT} = -0^{volt},00011$$

pour le système Pb | $PbSO^4$ | sol. $ZnSO^4$ | $PbSO^4$ | Pb.

» On en tire $E = 0^{volt},506$.

» 4. *Cas de force électromotrice de signe opposé à la force calculée :* Hg | Hg^2Cl^2 | sol. KCl | AgCl | Ag. — E trouvée $= -0^{volt},060$ à $20°$.

» Théorie $= +0^{volt},090$, en adoptant Ag^2, $Cl^2 = 58^{Cal},4$.

» Pour le système Hg | Hg^2Cl^2 | sol. KCl | Hg^2Cl^2 | Hg on trouve $\frac{dE}{dT} = 0^{volt},00068$;

» Et de même $\frac{dE}{dT} = 0^{volt},00016$ pour Ag | AgCl | sol. KCl | AgCl | Ag.

» On en tire $E = -0^{volt},062$, identique encore à la valeur observée directement.

» Nous avons adopté $62^{Cal},6$ pour Hg^2, Cl^2. Avec l'ancienne valeur $82^{Cal},6$ (Thomsen), M. Gockel trouvait la chaleur secondaire de la pile Zn | sol. $ZnCl^2$ | Hg^2Cl^2 | Hg $= 21^{Cal}$, tandis que l'effet Peltier ne lui donnait

(1) Dissolution saturée à froid dans une dissolution de $ZnCl^2$.

que $1^{Cal},45$; mais, en calculant la chaleur secondaire avec les nouvelles données, on trouve $2^{Cal},0$. De même pour la pile Zn | sol. ZnI^2 | Hg^2I^2 | Hg la chaleur secondaire serait (données anciennes) = $23^{Cal},0$, tandis que l'effet Peltier ne donne que $4^{Cal},45$; mais, en calculant avec les nouveaux chiffres, on obtient la chaleur secondaire = $6^{Cal},63$, ce qui concorde assez bien.

» Enfin, récemment, M. Jahn, mesurant directement la chaleur de l'effet Peltier au calorimètre de glace, l'a trouvée concordante avec la chaleur secondaire.

» Ainsi, pour la pile Zn | sol. $ZnSO^4$ | sol. Ag^2SO^4 | Ag, la théorie (théorème de Thomson) indique $78^{Cal},34$; on observe $69^{Cal},25$ pour la chaleur disponible au courant; mais, en tenant compte de la chaleur de l'effet Peltier, on trouve $68^{Cal},67$ disponibles.

» De même pour la pile Cu | sol. $CuSO^4$ | sol. Ag^2SO^4 | Ag; théorie : $29^{Cal},72$; observation : $19^{Cal},12$, et en déduisant la chaleur de l'effet Peltier : $20^{Cal},72$ pour la chaleur disponible.

» Nous avons tenu à appeler l'attention sur cette conclusion, qui ressort des divers ordres de faits exposés : la complication de la force électromotrice des piles, due à l'effet de Peltier, est de nature à combler la lacune entre la force observée directement et celle qu'on calcule au moyen du théorème de Thomson. L'effet de Peltier donne une valeur du même signe et du même ordre que cette différence. Sans vouloir affirmer que c'est là l'unique cause de complication, nous prétendons seulement que la divergence considérée ne prête pas à un calcul des *coefficients d'effet utile* de l'énergie chimique, mesurée par voie calorimétrique.

» L'énergie chimique ne viendrait donc à se convertir en énergie électrique que partiellement, grâce à l'intervention de phénomènes secondaires. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à l'étude des composés formés par l'action des molybdates neutres de magnésie et de lithine sur les solutions d'acide tartrique*. Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai signalé, dans des Communications antérieures, l'augmentation considérable qu'éprouve le pouvoir rotatoire de certains composés actifs

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 783, t. CV, p. 803, et t. CVI, p. 1527.

lorsqu'on met leurs solutions en contact avec divers corps sans action propre sur la lumière polarisée, et j'ai montré le parti qu'on pouvait tirer de ce fait pour mettre en évidence des composés qui se produisent dans les solutions, non pas entre des quantités quelconques, mais entre des nombres simples d'équivalents des substances dissoutes.

» Les expériences dont je vais indiquer les résultats sont analogues aux précédentes; elles ont été effectuées par les procédés que j'ai décrits et ont porté sur les combinaisons qui se produisent entre l'acide tartrique et les molybdates neutres de magnésie et de lithine.

» *Action du molybdate neutre de magnésie sur les solutions d'acide tartrique.* — Dans chaque expérience j'ai employé $1^{gr},250$ d'acide tartrique; j'y ai ajouté des quantités de molybdate neutre de magnésie, croissant depuis $\frac{1}{24}$ d'équivalent jusqu'à cinq équivalents avec la quantité d'eau nécessaire pour que, dans chaque solution, le volume total fût 50^{cc} mesurés à la température de 16°, maintenue constante dans toutes les expériences. Les rotations ont été observées dans un tube de $105^{mm},7$ de longueur et les mesures effectuées par rapport à la lumière du sodium [1]. La rotation produite par l'acide tartrique seul était de 0° 22', l'observation de 36 solutions a donné les nombres compris dans le Tableau suivant :

Poids de molybdate de magnésie en $\frac{1}{12}$ d'équivalent....	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rotations observées..............	0°38'	0°53'	1°25'	1°55'	2°25'	2°55'	3°26'	3°57'	4°29'	5°0'	53°2'	6°4'
Variations de la rotation pour des poids égaux de sel..	32'	30'	32'	30'	30'	30'	31'	31'	32'	31'	32'	32'
Poids de molybdate de magnésie en $\frac{1}{12}$ d'équivalent....	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Rotations des raies	6°33'	7°11'	7°47'	8°25'	9°4'	9°44'	10°24'	11°4'	11°38'	12°14'	12°47'	13°22'
Variations de la rotation..........	29'	38'	36'	38'	39'	40'	40'	40'	34'	36'	33'	35'

(1) Je crois devoir indiquer ici un dispositif qui m'a paru plus commode que ceux que l'on emploie pour obtenir une flamme très intense par volatilisation du sel marin fondu. J'emboutis une lame mince de platine, de manière à lui donner la forme d'une nacelle de 4^{cm} à 5^{cm} de long, je replie la lame autour du bout d'un fil de platine et soude les deux pièces par fusion au chalumeau oxyhydrique. Cette nacelle, pleine de sel marin fondu, est chauffée avec un bec plat à mélange d'air et de gaz convenablement réglé. Cette source lumineuse, observée dans le sens de la longueur, est très intense et la nacelle de très long usage.

Poids de molybdate de magnésie en $\frac{1}{12}$ d'équivalent....	24	25	26	27	28	29	30	36	42	48	54	60
Rotations observées..............	13°50′	13°49′	13°48′	13°46′	13°44′	13°42′	13°40′	13°27′	13°15′	13°4′	12°53′	12°42′
Variations de la rotation..........	28′	—1′	—1′	—2′	—2′	—2′	—2′	—2′	—2′	—1′,8	—1′,8	—1′,8

» L'examen de ces nombres conduit aux remarques suivantes : 1° les rotations croissent de quantités égales pour des additions de poids égaux de molybdate de magnésie, jusqu'à ce que ce poids représente un équivalent; 2° elles continuent à croître, mais d'une quantité qui est d'un quart environ plus grande, pour des additions de poids égaux entre un équivalent et un équivalent et demi; 3° entre un équivalent et demi et deux équivalents, les effets produits par des poids égaux de sel diminuent graduellement; 4° pour deux équivalents de sel ajoutés, la rotation a une valeur maxima; 5° si l'on continue à ajouter du sel à la dissolution, la rotation varie extrêmement peu, et elle ne diminue que de $\frac{1}{12}$ de sa valeur lorsque la quantité totale de sel ajouté représente cinq équivalents.

» On peut interpréter ces résultats comme il suit : dès la première addition de molybdate de magnésie, il y a combinaison de la totalité du sel avec une partie équivalente de l'acide tartrique et formation du composé $C^8H^6O^{12}$, $MgOMoO^3$: la combinaison est complète lorsqu'on a ajouté un équivalent de sel; des quantités plus grandes de molybdate de magnésie transforment ce premier composé en un autre contenant deux fois plus de sel; la transformation est complète lorsqu'il y a en combinaison $C^8H^6O^{12}$, $2(MgOMoO^3)$, composé correspondant à une rotation 37,7 fois plus grande que celle de l'acide tartrique contenu et qui est très faiblement modifié par l'addition ultérieure de quantités de sel plus grandes que celles qu'il contient déjà.

» *Action du molybdate neutre de lithine sur les solutions d'acide tartrique.* — Les expériences effectuées avec le molybdate neutre de lithine conduisent aux résultats suivants :

Poids de sel en $\frac{1}{12}$ d'équivalent..........	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	7	8
Rotations observées......................	0°40′	1°1′	1°39′	2°19′	2°58′	3°37′	4°17′	4°55′	5°31′
Variations pour des poids égaux de sel...	36′	42′	38′	40′	39′	39′	40′	38′	36′
Poids de sel en $\frac{1}{12}$ d'équivalent..........	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rotations observées......................	6°9′	6°45′	7°20′	7°55′	8°43′	9°28′	10°8′	10°55′	11°35′
Variations pour des poids égaux de sel...	38′	36′	35′	35′	48′	45′	40′	47′	40′
Poids de sel en $\frac{1}{12}$ d'équivalent..........	18	21	24	27	30	36	42	48	60
Rotations observées......................	12°13′	12°46′	12°48′	12°31′	12°27′	12°22′	12°12′	12°4′	11°54′
Variations pour des poids égaux de sel...	38′	11′	1′	—6′	—0′,6	—0′,8	—1′,6	—1′,3	—0′,8

» On reconnaît, à l'inspection de ces nombres, la production d'un composé formé d'équivalents égaux d'acide tartrique et de molybdate neutre de lithine; l'addition de quantités croissantes de ce sel transforme ce composé en un autre, $C^8H^6O^{12}2(LiOMoO^3)$, dont la rotation correspond à un maximum qui est trente-cinq fois la rotation de l'acide tartrique contenu; ce composé n'éprouve du reste que des modifications très faibles par l'addition des quantités de sel allant jusqu'à six équivalents.

» Si l'on rapproche ces résultats de ceux que j'ai obtenus antérieurement avec le molybdate de soude, on trouve qu'ils présentent les analogies les plus complètes. Ainsi, dans ces divers cas, les rotations sont rigoureusement proportionnelles aux poids de sels ajoutés jusqu'à ce que le poids atteigne un équivalent; entre un équivalent et un équivalent et demi, la quantité dont augmentent les rotations change, mais reste égale pour des additions égales; entre un équivalent et demi et deux équivalents, elle diminue graduellement et la rotation devient maxima lorsque la solution contient un équivalent d'acide tartrique et deux équivalents de sel [1]. Pour des quantités plus grandes, la rotation diminue extrêmement peu. Avec le molybdate d'ammoniaque, la quantité de sel qui correspond au maximum est, comme je l'ai déjà indiqué, celle qui contient un poids d'ammoniaque équivalent à celui de la soude du molybdate neutre.

» Ces résultats sont de même nature que celui que j'ai signalé pour les combinaisons de l'aide tartrique avec les tungstates neutres de soude et de potasse, qui présentent un pouvoir rotatoire maximum lorsqu'un équivalent d'acide tartrique est uni à deux équivalents de ces tungstates alcalins. On peut donc les résumer sous cet énoncé : *Les combinaisons les plus simples qui se produisent en solution aqueuse entre l'acide tartrique et les molybdates et tungstates neutres que j'ai étudiés et qui correspondent à un pouvoir rotatoire maximum sont formées de l'union de l'acide avec le sel molécule à molécule.* »

---

[1] L'omission d'un facteur 2 dans la transcription des poids de sel employés m'a conduit à indiquer à tort (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 785, et t. CV, p. 85) que la rotation maxima correspond à un équivalent d'acide tartrique avec un équivalent de molybdate de soude ou un tiers d'équivalent de molybdate d'ammoniaque au lieu de deux équivalents ou deux tiers d'équivalent de ces deux sels.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique du ruthénium.* Note de M. A. JOLY, présentée par M. Troost.

« J'ai annoncé dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 994) que l'analyse des chlororuthénites nitrosés conduisait à diminuer de deux unités environ le poids atomique du ruthénium; de 104-103,5, nombres que l'on admettait d'après les dernières recherches de Claus, ce nombre s'abaissait à 101,5. Mais je n'ai donné aucune preuve à l'appui de ce changement. Au moment de publier le détail des expériences qui avaient été entreprises avec M. Debray sur les composés oxygénés et par moi-même sur les composés chlorés du ruthénium, j'ai dû chercher à préciser le poids atomique de cet élément. Par leur constitution complexe, les chlororuthénites nitrosés se prêtaient mal à une détermination rigoureuse; d'autre part, le sesquichlorure et les chlororuthénites sont tellement instables en présence de l'eau que l'invariabilité de leur composition restait douteuse.

» Le bioxyde de ruthénium, indécomposable par la chaleur seule audessous de 1000°, réductible par l'hydrogène à très basse température et contenant plus de 75 pour 100 de métal, offre les conditions les plus favorables à une analyse précise. Cependant, lorsqu'on cherche à l'obtenir par le grillage du métal, même divisé, on n'atteint que difficilement et lentement l'absorption d'oxygène maxima. Il faut de toute nécessité le préparer en décomposant par la chaleur les oxydes supérieurs, tels que Ru^2O^5, Aq, ou Ru^4O^9, Aq, qui résultent de l'action de l'eau sur l'acide hyperruthénique; tous deux en effet donnent du bioxyde parfaitement pur quand on les chauffe au-dessus de 440°.

» *Bioxyde de ruthénium.* — Le ruthénium brut a été transformé tout d'abord en acide hyperruthénique par les méthodes connues, et celui-ci a été purifié par une seconde distillation; séparé ainsi par volatilité des autres métaux du platine à oxydes fixes (*platine, iridium, palladium, rhodium*), il ne pouvait plus contenir que de l'osmium, l'acide osmique se formant dans les mêmes circonstances que l'acide hyperruthénique.

» Par une digestion à froid, tout d'abord, puis à 100°, avec de l'acide chlorhydrique concentré, dans un ballon de verre à long col étroit, fonctionnant comme un appareil à reflux, l'acide hyperruthénique a été transformé en sesquichlorure. Celui-ci a servi à préparer du chlororuthénite nitrosé de potassium qui a été purifié par plusieurs cristallisations.

» L'expérience m'a montré que, dans les circonstances où l'on se place pour effectuer cette dernière transformation (emploi des azotites alcalins ou d'une eau régale fortement nitrique), l'osmium était éliminé à l'état d'acide osmique.

» Le chlororuthénite nitrosé de potassium (80^{gr}) a été dissous dans $2^{lit},5$ d'eau additionnée de 200^{gr} de potasse caustique, et traité par un courant de chlore dans une grande cornue tubulée. L'acide hyperruthénique obtenu a été distillé une seconde fois, lavé à l'eau froide, après deux fusions successives, afin d'éliminer l'eau chlorée entraînée par la distillation; il a été enfin chauffé avec de l'eau dans un appareil à reflux et transformé complètement, en quelques minutes, en un oxyde noir graphitoïde Ru^4O^9. Ce dernier, séché à l'étuve, a été finalement décomposé par la chaleur dans un courant d'oxygène, vers 500°, et a donné un bioxyde d'un beau bleu indigo. On voit que, pour effectuer la transformation de l'acide hyperruthénique en bioxyde, on a évité l'emploi de tout réactif fixe.

» La réduction par l'hydrogène a donné les résultats suivants :

	RuO^2.	Ru.	
			Pour 100.
I...........	2,1387	1,6267	76,06
II..........	2,5846	1,9658	76,06
III.........	2,3682	1,8016	76,07
IV.........	2,8849	2,1939	76,05
	Moyenne	....	76,06

» On calcule de là :

Pour H = 1......... Ru = 101,41
Pour O = 16......... Ru = 101,66

» *Composés nitrosés.* — L'analyse des corps nitrosés, dans la composition desquels n'entrent que des *éléments volatils,* peut servir à contrôler cette détermination.

» Le sesquichlorure nitrosé desséché à 120°, réduit par l'hydrogène, a laissé un résidu métallique de 39,78-39,66 pour 100; moyenne : 39,72.

» On calcule pour la formule $RuCl^3(AzO) + H^2O$ et pour Cl = 35,368, O = 15,960, H = 1, Az = 14,009,

$$Ru = 101,49.$$

» Réduit également par l'hydrogène, le chlororuthénite nitrosé d'ammonium

$$RuCl^3(AzO), 2AzH^4Cl$$

a donné 29,44-29,47 pour 100 de métal; moyenne : 29,455. D'où

$$Ru = 101,39.$$

» Les analyses du sel potassique et du sel sodique sont plus compliquées que les précédentes : aussi conduisent-elles à des nombres un peu différents. Il faut en effet, après réduction par l'hydrogène, séparer par l'eau le métal du chlorure alcalin. Celui-ci retient presque toujours du ruthénium, que l'on n'élimine que difficilement. Le métal doit être réduit de nouveau, ce qui nécessite plusieurs opérations successives et entraînant des pertes. Le dosage du métal sera un minimum; par contre, le chlorure

de potassium sera trop fort, d'autant plus que la réduction par l'hydrogène du composé nitrosé détermine la formation de chlorhydrate d'ammoniaque qui peut n'être pas éliminé en totalité. On calcule :

Par l'analyse du sel sodique.....	Ru = 101
» potassique . .	Ru = 100,9
Par le rapport de Ru à KCl.....	Ru = 100,3

» Ces nombres doivent être rejetés.

» Pour les composés nitrosés, la comparaison des teneurs en ruthénium observées et calculées donne les résultats suivants :

I......	Ru = 101,4				
II.....	Ru = 101,5	Cl = 35,5	O = 16	K = 39	Na = 23
III....	Ru = 104	Cl = 35,5	O = 16	K = 39	Na = 23

	Trouvé (moyenne).	Calculé I.	II.	III.
$RuCl^3(AzO) + H^2O$	39,720	39,70	39,65	40,23
$RuCl^3(AzO) + 2AzH^4Cl$.....	29,455	29,46	29,42	29,93
$RuCl^3(AzO) + 2NaCl$.......	28,550	28,63	28,59	29,09
$RuCl^3(AzO) + 2KCl$........	26,146	26,25	26,22	26,70

» Le poids atomique 101,4 que j'adopte provisoirement et qui permet de calculer assez exactement non seulement la composition des chlorures nitrosés, mais encore celle de tous ceux que j'ai été à même de préparer à partir des corps nitrosés, n'est encore qu'une première approximation. Le ruthénium a été, par sa transformation préalable en composés nitrosés, débarrassé d'osmium dont le poids atomique (191 d'après les dernières déterminations de Seubert) est presque double, ce qui explique la diminution notable du poids atomique. C'est par une suite de réactions analogues à celles qui m'ont servi à préparer le bioxyde et à l'analyser qu'il convient, je crois, de passer, pour préparer le ruthénium métallique et déterminer ses constantes physiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxydes de manganèse obtenus par a voie humide*. Note de M. **A. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Le protoxyde de manganèse hydraté, tenu en suspension au sein d'une eau mère renfermant un excès de sel de manganèse et soumis à l'action de

l'air, produit, ainsi que je crois l'avoir démontré (¹), le manganite saturé, bibasique, $MnO^2 2MnO$, combiné à des quantités d'eau variables. En présence de l'oxygène, l'oxydation est beaucoup plus rapide et la quantité d'oxygène fixée un peu plus forte que dans l'air,

» J'ai constaté depuis que le manganite saturé est susceptible d'absorber l'oxygène de l'air à la température ordinaire. Cette absorption est très lente et la quantité d'oxygène fixée ne paraît pas dépasser, au moins après douze années, la proportion qu'exige pour sa formation le manganite acide $MnO^2 MnO$.

» Le protoxyde de manganèse hydraté au sein de liqueurs alcalines ou alcalino-terreuses est apte à absorber au contact de l'air et surtout de l'oxygène de fortes proportions de ce dernier gaz; en présence d'un excès de chaux ou de baryte, il peut se transformer en manganites, dans lesquels le suroxyde de manganèse, supposé pur et anhydre, renferme jusqu'à 17 centièmes d'oxygène en sus du protoxyde. C'est sur ce fait que repose le procédé de régénération des oxydes de manganèse de M. Weldon.

» L'action de l'air sur le carbonate manganeux fera l'objet d'une Note spéciale.

» *Action de l'air sur les sels de manganèse dissous.* — Les solutions aqueuses modérément concentrées de sulfate, d'azotate, d'acétate, de chlorure, de bromure et d'iodure, pures et neutres, se troublent au contact de l'air; il en est de même lorsqu'on opère sur leurs solutions acides préalablement bouillies avec un excès de sulfure manganeux précipité.

» Cet effet, que l'on n'observe pas au sein de l'hydrogène pur, se produit quelquefois lentement dans l'obscurité, plus rapidement au grand jour et surtout au soleil. Après huit ou dix jours d'exposition à l'air, les dépôts formés n'augmentent plus, même au contact de l'oxygène.

» Les solutions de chlorure, de sulfate et d'acétate laissent déposer des manganites hydratés dans lesquels le suroxyde, ramené à l'état anhydre, présente la composition du manganite monobasique $MnO^2 MnO$. Le dépôt formé avec l'azotate est plus riche en oxygène et se rapproche du manganite $3MnO^2, 2MnO$.

» Les quantités de manganèse ainsi précipitées sont toujours bien peu importantes, comparées au poids du métal contenu dans les eaux mères;

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 177; 1877 (*Sur la capacité de saturation de l'acide manganeux*).

elles ne dépassent pas 1 à 3 millièmes pour le sulfate, l'azotate, le chlorure, et 4 à 7 millièmes pour l'acétate.

» Ces solutions manganeuses très concentrées se troublent plus lentement, en général, et laissent déposer, sous forme de suroxyde, une quantité de manganèse trois à cinq fois plus faible que les liqueurs étendues. Ce trouble des solutions manganeuses paraît dû à l'action de l'oxygène sur des sels en petite partie dissociés par le fait de leur dissolution dans l'eau. M. Bucholz (WURTZ, *Dictionnaire de Chimie*) a signalé le fait de l'altération au contact de l'air du chlorure dissous avec formation de sesquioxyde de manganèse.

» Les solutions de sulfate, d'azotate, de chlorure, de bromure et d'iodure, maintenues à l'ébullition au contact de l'air, peuvent être évaporées sans altération notable. Il n'en est pas de même lorsque l'on fait agir l'air sur la solution bouillante de l'acétate manganeux; dans ce cas, on observe une précipitation plus abondante qu'à la température ordinaire, et la composition du dépôt formé prouve qu'il est constitué par le manganite bibasique plus ou moins hydraté.

» Dans cette expérience, la décomposition de l'acétate étant accompagnée d'un dégagement continuel d'acide acétique, une certaine quantité de protoxyde hydraté est mise en liberté et se comporte au contact de l'air comme le protoxyde produit par l'action des alcalis sur les sels manganeux.

» *Action de l'iode, du brome et du chlore sur l'oxyde et sur les sels manganeux.* — L'iode employé sous la forme d'une solution d'iodure de potassium saturée d'iode n'agit que très faiblement sur le protoxyde de manganèse hydraté, décompose à peine le carbonate et n'exerce aucune action sur l'acétate et sur les sels de manganèse à acides énergiques.

» Le chlore agit rapidement sur le protoxyde et le carbonate précipités tenus en suspension dans l'eau ou sur une solution renfermant 15 à 20 centièmes d'acétate manganeux cristallisé. Le résultat final est de l'acide manganeux à peu près pur lorsque le mélange a été maintenu saturé de chlore pendant plusieurs semaines. La lenteur de cette transformation en bioxyde est due à la formation de manganites de manganèse sur lesquels l'action du chlore est d'autant plus difficile qu'ils contiennent moins de protoxyde combiné.

» Le carbonate de manganèse m'a paru se prêter mieux que tout autre composé de ce métal à l'examen de ces combinaisons intermédiaires.

L'étude de l'action graduée du chlore sur le carbonate m'a conduit à des résultats qui m'ont semblé dignes d'être signalés ici.

» Le chlore, employé sous forme de solution aqueuse, agit directement sur le carbonate; aussi longtemps que celui-ci reste en grand excès, le suroxyde qui se produit est le manganite MnO^2MnO, conformément à l'équation suivante :

$$3CO^2MnO + Cl = MnO^2MnO + MnCl + 3CO^2.$$

» Si l'on continue à verser l'eau de chlore, on constate que son action s'exerce encore directement sur le carbonate, puis sur le manganite MnO^2MnO, jusqu'à ce que le manganite acide produit ait atteint l'une des formules $4(MnO^2)MnO$ ou $5(MnO^2)MnO$, suivant l'une des équations

$$3MnO^2MnO + Cl = 4MnO^2MnO + MnCl,$$
$$11MnO^2MnO + 4Cl = 3[5(MnO^2)MnO] + 4MnCl.$$

» Dans cette seconde période de la réaction le mélange reste neutre et l'on retrouve, à l'état de chlorure, la quantité de chlore correspondant exactement à la proportion d'oxygène fixée dans le suroxyde. C'est à partir de ce moment que l'oxydation devient lente : l'action du chlore n'est plus directe, il ne se produit plus de chlorure manganeux, mais seulement de l'acide chlorhydrique. Cette dernière phase de l'expérience est exprimée par l'équation

$$4(MnO^2)MnO + 4O + Cl = 5MnO^2 + 4Cl.$$

» Mais, en fait, le suroxyde obtenu, supposé anhydre, est toujours de 5 à 10 millièmes moins riche en oxygène que l'acide manganeux pur.

» Le brome, substitué au chlore dans toutes les expériences précédentes, donne naissance aux mêmes suroxydes, avec cette seule différence que son action est, en général, plus lente.

» On peut encore produire des suroxydes de manganèse hydratés par l'action du chlore sur les solutions de chlorure, de sulfate, d'azotate manganeux; par l'électrolyse de ces mêmes sels; par la décomposition spontanée des chlorates et bromates de manganèse, etc., etc., mais ce ne sont plus, à proprement parler, des manganites manganeux que l'on produit ainsi, mais plutôt des acides manganeux impurs. L'analyse et l'examen de ces suroxydes feront l'objet d'une Note prochaine sur l'acide manganeux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxycinchonine* α. Note de MM. **E. Jungfleisch** et **E. Léger**, présentée par M. Schützenberger.

« I. *Préparation.* — L'oxycinchonine α se forme dans l'action de l'acide sulfurique chaud et dilué sur la cinchonine (*Comptes rendus*, t. CV, p. 1255, et t. CVI, p. 68). Parmi les produits de la réaction, elle fait partie des bases insolubles dans l'éther et solubles dans l'alcool dilué. On l'isole en profitant de la très faible solubilité de son chlorhydrate. Ce dernier se purifie aisément par des cristallisations répétées dans l'eau bouillante et dans l'alcool faible; traité par la soude, il fournit la base que l'on fait cristalliser plusieurs fois dans l'alcool concentré et chaud. L'oxycinchonine α résulte très vraisemblablement de l'action de l'eau sur un dérivé sulfoné de la cinchonine formé d'abord; nous reviendrons sur son origine. Les résultats de ses analyses sont confirmés par ceux qu'ont fournis de nombreux dérivés; ils ne peuvent trouver place ici et nous les donnerons ailleurs.

» II. *Propriétés.* — L'oxycinchonine α, $C^{38}H^{22}Az^2O^4$, se sépare de sa solution alcoolique chaude en prismes aplatis, incolores. Elle fond vers 252°, en s'altérant beaucoup. Elle est fortement dextrogyre : en dissolution au centième dans l'alcool à 97°, $\alpha_D = +182°,56$ ($t = 18°$); dans l'eau chargée d'acide chlorhydrique, $\alpha_D = +210°,76$ (avec $2HCl$, $t = 19°$). Insoluble dans l'eau, elle se dissout aisément dans l'alcool faible et dans l'acétone, même à froid; l'alcool fort, la benzine, le chloroforme la dissolvent abondamment. Ses solutions salines ne sont pas fluorescentes; elles sont précipitées par l'ammoniaque, un excès de réactif redissolvant le précipité. Elle bleuit le tournesol et rougit la phénol-phtaléine. Elle est isomère avec l'homoquinine, l'apoquinine et l'apoquinidine, ainsi qu'avec les oxycinchonines de M. Schützenberger et de M. Strecker.

» III. *Sels.* — L'oxycinchonine α est diacide. Elle produit des sels basiques, faiblement alcalins au tournesol, et des sels neutres à réaction acide; presque tous ces composés cristallisent nettement.

» Le *chlorhydrate basique*, $C^{38}H^{22}Az^2O^4, HCl + 2HO$, cristallise dans l'eau ou dans l'alcool en longues aiguilles incolores, à aspect cotonneux; il est fort peu soluble dans l'eau ou dans l'alcool, même à chaud; desséché, il fond vers 230° en s'altérant; son pouvoir rotatoire, à 13°, en dissolution au centième dans l'eau additionnée de $1HCl$, est $\alpha_D = +174°,37$. Le *bromhydrate basique* cristallise de même avec $2HO$ et présente à peu

près les mêmes solubilités; il forme des prismes courts et déterminables; après dessiccation, il fond vers 232° en s'altérant. L'*iodhydrate basique* cristallise également avec 2HO; il forme de très longues aiguilles prismatiques, fort peu solubles à froid; sec, il fond vers 230° en brunissant. Le *chloroplatinate* est amorphe, jaune, insoluble dans l'eau bouillante; il contient une molécule d'eau qu'il perd à 110°. Le *chloro-aurate* est soluble dans l'eau bouillante, d'où il se dépose en belles aiguilles jaunes, contenant 2HO; il perd la moitié de son eau à 100°, le reste n'étant éliminé qu'à 130°.

» L'*oxalate basique* $(C^{38}H^{22}Az^2O^4)^2C^4H^2O^8 + 4HO$ cristallise dans l'eau en fines aiguilles peu solubles à froid. Le *tartrate basique* est également cristallisé.

» IV. *Dérivés méthylés.* — L'éther méthyliodhydrique agit rapidement à froid sur l'oxycinchonine α en solution dans l'alcool méthylique; on obtient ainsi l'iodhydrate de la base méthylée. A chaud, la réaction trop énergique forme des produits d'altération colorés, très fluorescents; il est dès lors préférable, pour avoir le diiodhydrate diméthylique, d'opérer sur l'iodhydrate de la base méthylée plutôt que sur la base libre; la réaction s'effectue alors en cinq ou six heures, à l'ébullition.

» L'*iodhydrate de méthyloxycinchonine α*, $C^{38}H^{22}Az^2O^4, C^2H^3I$, purifié par des cristallisations dans l'eau bouillante, constitue des lamelles nacrées, anhydres, incolores, fusibles à 241°-242°. Il est très soluble dans l'eau, l'alcool ordinaire, l'alcool méthylique, beaucoup plus que les dérivés analogues des isomères de la cinchonine.

» Le *diiodhydrate de diméthyloxycinchonine α*, $C^{38}H^{22}Az^2O^4, 2C^2H^3I$, se purifie par des cristallisations dans l'alcool méthylique à 85 centièmes. Il forme en liqueur aqueuse des prismes jaunes, anhydres, volumineux et limpides; il est assez soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool ordinaire ou dans l'alcool méthylique concentré; il fond vers 241° en s'altérant.

» V. *Dérivés éthylés.* — L'éther éthyliodhydrique, en solution alcoolique bouillante, agit aisément sur l'oxycinchonine α, sans que celle-ci entre en dissolution; après trente minutes d'action, il s'est produit surtout le corps résultant de la fixation de C^4H^5I, lequel corps reste insoluble à froid. Après quatre heures, ce composé est changé partiellement en celui qui dérive de l'union de $2C^4H^5I$ avec la base; ce dernier corps se forme presque uniquement quand on chauffe en vase clos, à 100°, pendant deux heures; il est insoluble dans la liqueur refroidie. En opérant de même avec l'éther éthylbromhydrique, le monobrométhylate est formé après quinze minutes et se sépare en aiguilles pendant le refroidissement; le bibrométhylate prend

naissance quand on prolonge le chauffage pendant une heure et demie, puis se dépose, dans la liqueur refroidie, en aiguilles groupées en sphères.

» L'*iodhydrate d'éthyloxycinchonine α*, $C^{38}H^{22}Az^2O^4, C^4H^5I + 2HO$, se purifie par des cristallisations dans l'eau. Il forme de longs prismes striés, souvent creux, ne perdant la totalité de leur eau qu'à 150°. Sec, il fond vers 251° en se colorant. Il est moins soluble dans l'eau que le dérivé méthylique correspondant; peu soluble dans l'alcool absolu, il se dissout mieux dans l'alcool à 90 centièmes, qui l'abandonne en prismes courts, très réfringents, d'un aspect spécial, mais contenant aussi 2 HO.

» Le *diiodhydrate de diéthyloxycinchonine α*, $C^{38}H^{22}Az^2O^4, 2C^4H^5I$, cristallise dans l'alcool à 95° bouillant, en petits prismes jaunes, anhydres; dans l'eau il fournit des cristaux plus volumineux. Il fond vers 240° avec altération. Il est plus soluble dans l'eau que dans l'alcool.

» Le *bromhydrate d'éthyloxycinchonine α*, $C^{38}H^{22}Az^2O^4, C^4H^5Br$, cristallise dans l'alcool mélangé d'éther en très petites aiguilles incolores, anhydres, fusibles vers 243°, mais non sans s'altérer.

» Le *dibromhydrate de diéthyloxycinchonine α*,

$$C^{38}H^{22}Az^2O^4, 2C^4H^5Br + 2HO,$$

se dépose dans l'alcool mélangé d'éther en fines aiguilles incolores, groupées en mamelons. Il est très soluble dans l'eau ou l'alcool fort; par évaporation lente de sa solution alcoolique, il forme de beaux prismes incolores. Il est insoluble dans l'alcool absolu et dans l'éther. Desséché, il fond vers 210° en se détruisant.

» VI. *Dérivés acétylés.* — En chauffant l'oxycinchonine α à 70°-80° avec deux molécules d'anhydride acétique, elle se dissout immédiatement et la combinaison s'effectue en trois ou quatre heures. On verse le mélange dans l'eau, on ajoute un excès d'ammoniaque et l'on épuise par agitation avec l'éther. Ce dernier, lavé à l'eau puis distillé, laisse un produit incolore, à aspect résineux, fusible entre 80° et 85° après ramollissement, volatilisable dans le vide, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, formant des sels incristallisables et généralement solubles. C'est la *diacétyloxycinchonine α*.

» Le *chloroplatinate de diacétyloxycinchonine α*,

$$C^{38}H^{22}(C^4H^2O^2)^2Az^2O^4, 2HCl, PtCl^4 + H^2O^2,$$

se précipite volumineux, amorphe, de couleur chamois, en liqueur aqueuse froide; à chaud, il se change en aiguilles cristallines plus foncées. Il se détruit sans fondre.

» La production d'un dérivé diacétylé de l'oxycinchonine α, alors que la cinchonine ne forme qu'un dérivé monoacétylé, vient à l'appui de l'interprétation donnée plus haut de l'origine de l'oxybase, cette interprétation entraînant la génération d'une fonction phénolique. L'éther méthylique d'un pareil phénol devant présenter la composition de la quinine et être comme celle-ci un alcali bitertiaire, nous avons fait pour le préparer diverses expériences dont nous rendrons compte prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique du vésou de la canne à sucre*. Note de M. **V. Marcano**.

« Le mécanisme de la fermentation alcoolique des liquides sucrés est connu, pour ainsi dire dans ses moindres détails, grâce surtout aux travaux de M. Pasteur, qui peuvent servir de modèles pour des recherches analogues. Les investigations de l'illustre savant se rapportent aux fermentations telles qu'elles s'effectuent dans les climats tempérés.

» J'ai recherché si, dans les régions tropicales, les mêmes organismes interviennent et s'ils donnent naissance aux mêmes produits.

» La canne à sucre est la matière première la plus importante que l'on mette en œuvre dans ces pays pour l'obtention de l'alcool. Sa fermentation n'a pas, à ma connaissance, été l'objet d'une étude spéciale. Il m'a semblé intéressant de déterminer l'agent de la fermentation alcoolique du vésou de la canne, ainsi que la nature des produits qui accompagnent l'alcool.

» On n'a point recours à une levure préparée dans ce but, et l'on se contente d'abandonner le jus à la fermentation spontanée.

» En regardant au microscope le dépôt qui tombe au fond d'une cuve de *vésou* fermenté, on le trouve composé de cellules beaucoup plus petites que celles de la levure de bière, rondes, très brillantes, parsemées de granulations et isolées les unes des autres, ne formant pas de grappes ou de chapelets. Après une série de cultures, les levures restent identiques à elles-mêmes aussi longtemps qu'elles sont cultivées dans le même milieu. Mais si on les transporte dans des liquides de culture plus riches en sucre, dans des solutions d'amidon ou de dextrine, on voit apparaître, parfois en quarante-huit heures, un mycélium d'apparence feutrée, dont les filaments envahissent bientôt tout le liquide. Il est aisé de revenir de la moisissure aux levures en la reportant dans le vésou.

» Dans toutes les fermentations industrielles épuisées, surtout dans

celles qui ont marché avec une certaine lenteur, ou dans lesquelles l'accès de l'air a été exagéré, on trouve simultanément le mycélium et la levure.

» La morphologie du ferment permet de le différencier de la levure de bière; les produits qu'il excrète sont également différents.

» Cette levure manifeste son intensité maxima entre 30°-35°. Elle est très sensible à une diminution de la température. Vers 18°-20° déjà, la fermentation se ralentit, les liquides tendent à s'acidifier et le rendement en alcool est médiocre.

» Le degré de concentration du liquide sucré a une action marquée; la proportion qui donne le meilleur rendement est celle de 18 à 19 de sucre pour 100 d'eau : c'est à peu près la richesse saccharine moyenne du jus de la canne.

» Le ferment sécrète, à l'état de levure et à celui de moisissure, une diastase qui intervertit le sucre de canne.

» Quand on soumet à la distillation une grande quantité d'alcool brut de canne, on aperçoit, bien avant que toute ébullition ait lieu dans le liquide, un dégagement notable de gaz à odeur désagréable, qui cesse bientôt pour faire place au passage des *mauvais goûts de tête*, formés presque exclusivement par de l'alcool méthylique.

» Le produit qui vient après est de l'alcool éthylique pur.

» Les *mauvais goûts de queue* ont une odeur infecte, due à un acide huileux qui distille avec l'alcool faible.

» Même en faisant usage de produits fournis par des appareils industriels de rectification, on n'a pas pu déceler par des distillations fractionnées successives la présence d'alcools supérieurs.

» L'acide gras qui infecte l'eau-de-vie de canne se présente sous la forme d'une huile insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther et qui forme avec les alcalis des sels solides insolubles dans l'alcool aqueux. On peut ainsi le séparer presque en totalité avant la rectification, qui donne alors un produit d'une plus grande pureté.

» Ce qui précède fait voir que l'eau-de-vie de canne brute diffère des autres alcools de l'industrie : 1° par la présence de quantités notables d'alcool méthylique; 2° par l'absence d'alcools supérieurs ; 3° par la présence d'un acide à odeur *sui generis*.

» J'ai vérifié que cet acide se forme même dans les fermentations de sucre candi avec du ferment pur.

» Les rendements en alcool sont inférieurs à ceux qu'on obtient généralement avec la levure de bière.

» La glycérine et l'acide succinique ne se trouvent pas dans les vinasses ; mais il y existe de la mannite, environ 1,4 pour 100 du sucre détruit, et dont la présence est constante.

» Il y a en outre de grandes quantités de l'acide gras dont il a été question plus haut et qui surnage sous forme de gouttelettes verdâtres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de zinc sur l'alcool isobutylique en présence de l'acide chlorhydrique. — Rôle du chlorure d'isobutyle. — Propriétés des polybutylènes* (¹). Note de MM. **H. Malbot** et **L. Gentil**, présentée par M. Friedel.

« I. *Action du chlorure de zinc sur l'alcool isobutylique.* — Notre intention était d'abord d'utiliser, pour la préparation du chlorure d'isobutyle, un procédé employé avec succès dans la série du méthyle, et qui consiste à faire passer un courant d'acide chlorhydrique dans l'alcool chauffé avec du chlorure de zinc.

» Nous reconnûmes immédiatement qu'il se formait très peu de chlorure butylique, mais des polybutylènes en grande quantité, et jusqu'à un ordre très élevé.

» Le traitement de l'alcool isobutylique par le chlorure de zinc seul a donné les mêmes produits, mais après un temps beaucoup plus long.

» La réaction, lente avec le chlorure de zinc seul, devient vive par l'intervention de l'acide chlorhydrique. Bientôt elle est même explosive. Il se dégage tumultueusement un mélange de butylène et de butane. Le dégagement continue quand on éteint le feu ; il s'accélère de lui-même avec impétuosité et s'arrête brusquement après un violent maximum. La transformation de l'alcool isobutylique est alors effectuée.

» Nous avons vainement tenté, dans un grand nombre d'essais, de reproduire la phase explosive par une élévation suffisante de la température ou par des doses suffisamment fortes de chlorure de zinc.

» D'ailleurs, nous avions constamment observé cette phase avec de l'alcool isobutylique, saturé d'avance ou non d'acide chlorhydrique. Était-elle due à l'acte même de l'éthérification ou à l'action subséquente de l'éther formé ?

(¹) Les développements de ce travail seront présentés dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

» II. *Rôle du chlorure d'isobutyle.* — Une expérience directe permettait de lever la difficulté : il s'agissait de déterminer la proportion d'éther obtenu par la distillation de l'alcool isobutylique saturé d'avance d'acide chlorhydrique et traversé par un courant du même acide. Cette proportion était très faible : 3,5 pour 100.

» Si l'on introduit cette proportion de chlorure d'isobutyle dans le système alcool isobutylique et chlorure de zinc, on reconnaît que la phase explosive se produit effectivement avec un caractère de très grande violence. En augmentant la dose de chlorure isobutylique, ou en la diminuant, on exalte ou l'on atténue à volonté la violence de la réaction.

» Dès lors, toutes les circonstances précédemment observées trouvent leur explication :

» 1° La saturation préalable de l'alcool isobutylique par l'acide chlorhydrique n'a pas d'influence sensible, parce que le passage du courant gazeux suffit, quand la température atteint le degré convenable, pour produire la petite quantité d'éther qui est capable de déterminer la phase explosive.

» 2° La lenteur de la réaction en présence du chlorure de zinc seul tient à la lenteur de la formation préalable d'une proportion suffisante de chlorure d'isobutyle. Cette proportion atteinte, une phase explosive se déclare, pour s'arrêter bientôt, et reprendre ensuite quand la proportion du corps actif est redevenue suffisante [1].

» 3° L'absence à peu près absolue du chlorure d'isobutyle, à la fin d'une opération complète, tient à la destruction de ce corps par le jeu même de son activité.

» Suivant l'état d'hydratation du chlorure de zinc et la proportion de chlorure d'isobutyle, on peut influer à volonté sur la durée de l'expérience et sur la proportion de ses produits multiples.

» Ces produits sont constitués par :

» Le triméthylméthane et l'isobutylène;
» Le chlorure du triméthylcarbinol et le chlorure d'isobutyle;
» Les différents isopolybutylènes, jusqu'à un ordre très élevé;
» Les chlorhydrates des isopolybutylènes inférieurs.

» La proportion de ces chlorhydrates est naturellement très faible,

---

[1] Nous ne pouvons indiquer ici les dispositions de toutes nos expériences. Disons seulement que nous avons observé les phases explosives intermittentes, en faisant passer plusieurs fois sur le chlorure de zinc l'alcool isobutylique et les produits de sa transformation en filet continu.

quand on emploie une petite dose de chlorure isobutylique; mais elle est considérable lorsqu'on fait usage d'un courant, même peu prolongé, d'acide chlorhydrique. On doit chercher à éviter la production de ces chlorhydrates, parce que leur présence entrave la séparation des carbures libres et que l'élimination de l'acide chlorhydrique, même au moyen de l'oxyde d'argent, présente des difficultés.

» III. *Propriétés des isopolybutylènes.* — Quoique les isopolybutylènes aient des points d'ébullition très distants, leur séparation parfaite, au moyen de la distillation fractionnée, est très difficile. En rectifiant plusieurs fois les portions de tête, dans le vide, à l'aide d'un appareil Le Bel à trente-deux boules, nous avons obtenu :

» 500^{cc} d'isodibutylène distillant à 110°-113° sous la pression de 768^{mm};

» 450^{cc} d'isotributylène distillant à 178°-181° sous la pression de 768^{mm}.

» L'état de pureté de ces carbures diatomiques avait d'autant plus d'importance qu'ils subissent, de la part du chlore et du brome, une action variable avec le temps et les proportions, et qui va tout d'abord au delà de la simple addition.

» Le chlore, dans une chambre rigoureusement noire, et à 12°, a fourni, entre autres dérivés, le chlorure de dibutylène chloré $C^8H^{15}Cl, Cl^2$ et le chlorure de tributylène dichloré $C^{12}H^{22}Cl^2, Cl^2$ (1). On arrive au composé défini que l'on désire, en suivant la vitesse de la transformation, et arrêtant l'action du chlore au moment convenable. Le rôle du temps se manifeste ici avec une gradation très nette, et justifie une fois de plus l'appellation si exacte de *Chimie du temps* que M. Berthelot a donnée à la Chimie organique.

» La densité de vapeur du dibutylène, prise avec l'appareil Meyer, dans la vapeur d'aniline et dans la vapeur d'acide sulfurique en ébullition, a été trouvée égale à 3,83 et 3,89. La valeur théorique est 3,88.

» La densité de vapeur du tributylène, prise dans la vapeur de mercure bouillant, est notablement inférieure à la valeur théorique 5,82; prise (à l'abri de l'air) dans un bain de vapeur de soufre, elle est égale à 2,94, valeur qui coïncide avec la moitié de la valeur théorique (2).

---

(1) La composition de ces corps a été établie par l'analyse totale de leurs éléments.

(2) L'étude du dédoublement du tributylène sera développée par l'un de nous et rattachée à un travail déjà publié.

» Les chaleurs de combustion du di- et du tributylène, prises avec le calorimètre de M. Berthelot, ont fourni les résultats suivants :

	Chaleurs de combustion à 15°.										Moyennes.	Chaleurs de formation à partir de C, diamant.
											Cal	Cal
C^8H^{16}....	1252,1	1256,2	1251,7	1259,7	1249,0	1255,7	1247,9	1248,4	1246,7	1257,2	1252,5	51,5
$C^{12}H^{24}$...	1857,3	1854,4	1857,3	1861,2	1860,4	1861,3	1858,7	1860,6	1861,2	1856,7	1858,9	97,1

» Ces nombres font voir que les chaleurs de formation de l'isodibutylène et de l'isotributylène sont relativement considérables. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de l'azote organique par le procédé de M. Kjeldahl.* Note de MM. **E. Aubin** et **L. Alla**, présentée par M. Schlœsing.

« En présentant à l'Académie notre Note du 4 février dernier, notre but était de faire ressortir les différences qui peuvent se produire entre les résultats obtenus par l'emploi simultané de la méthode à la chaux sodée et du procédé Kjeldahl. Dans ce travail, nous ne nous sommes pas préoccupés de la pureté de nos produits, parce que, pour chaque substance, nous avons pris les mêmes poids de matière, et nous nous sommes servis des mêmes liqueurs titrées; aussi nous n'acceptons pas les critiques faites par M. L'Hôte (¹) sur nos dosages d'azote dans le sulfate de cinchonine, la brucine et l'urée.

» Les considérations qui nous ont amenés à substituer la méthode Kjeldahl à celle de MM. Will et Warrentrapp sont les suivantes :

» 1° L'état de siccité de la matière à analyser; en effet, beaucoup de matières agricoles se présentent souvent avec un taux de 15 à 40 pour 100 d'eau, et leur mélange avec la chaux sodée donne quelquefois lieu à un dégement d'ammoniaque, d'où nécessité pour le chimiste de dessécher ces substances;

» 2° L'état liquide ou pâteux; ainsi se présentent les substances suivantes : le lait, la bière, l'urine, le purin, le fumier consommé, etc.;

» 3° La densité très faible de certains déchets d'industrie et leur hygroscopicité;

(¹) *Comptes rendus,* t. CVIII, n° 15; 15 avril 1889.

» 4° L'hétérogénéité de la matière; exemple : les gadoues des villes;

» 5° La résistance à la pulvérisation; exemple : la corne.

» Ces difficultés disparaissent dans l'application de la méthode Kjeldahl; aussi ce procédé est-il employé couramment depuis plusieurs années en Danemark, en Allemagne, en Italie, aux États-Unis et, en France, dans la plupart de nos laboratoires agronomiques de Paris et des départements.

» Il est à présumer que les directeurs des stations agronomiques que nous venons d'énumérer ont vérifié, comme nous l'avons fait, la sûreté, la précision et la rapidité de la méthode Kjeldahl avant de s'en servir pour répondre à toutes les demandes d'analyses concernant le dosage de la protéine dans les matières agricoles. Ces raisons et les explications techniques déjà fournies nous autorisent à maintenir intégralement toutes les conclusions de notre précédente Communication. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une soie artificielle.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. A. Cornu.

« Au mois de mai 1884, tandis que M. Blanchard, président annuel, posait devant l'Académie des Sciences le problème de l'imitation de la soie, je remettais au Secrétariat un pli cacheté, ouvert en séance le 7 novembre 1887, et résumant mes premières études sur cette question.

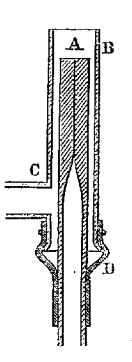
» La continuité du fil, sa transparence, les jeux de lumière intérieurs, l'éclat soyeux, ne peuvent s'obtenir qu'en filant une solution liquide. La cellulose pourrait servir, mais elle n'a pas de véritable dissolvant : il faut la nitrater, la filer en collodion, et la débarrasser ensuite d'une partie de son acide nitrique.

» On peut employer les diverses celluloses, à condition qu'elles soient pures et non altérées par les réactifs. J'ai principalement porté mon attention sur les cotons et les pâtes sulfureuses de bois tendres.

» Avec ces matières, on forme une cellulose octonitrique pure, dissoute à raison de 6,5 pour 100 dans un mélange de 38 d'éther et 42 d'alcool.

» Ce collodion est renfermé dans un réservoir en cuivre étamé, où une pompe à air entretient une pression de plusieurs atmosphères, et qui se continue inférieurement par une rampe où sont implantés des tubes de verre terminés par une portion capillaire A. Un second tube B enveloppe chacun des premiers et reçoit un excès d'eau par la tubulure C. Cette eau, retenue par une garniture en caoutchouc D, retombe autour de B. Le collodion, chassé par l'orifice A, est immédiatement solidifié, à la surface, au contact de l'eau, et tombe avec cette eau, à l'état de fil autour de B; là, une pince,

mue automatiquement, le prend et le porte sur des bobines tournant au-dessus. Les fils provenant de becs voisins sont réunis en une sorte de grège. Chaque bec est muni d'un obturateur pour régler la grosseur du fil. Dans l'industrie, afin de ne point perdre



le dissolvant, becs et bobines sont renfermés dans une cage vitrée, où circule une même masse d'air constamment réchauffée à l'entrée de la machine (pour sécher les fils) et refroidie à la sortie (pour recueillir les vapeurs). Les écheveaux sont ouvrés comme les soies de cocons. On procède ensuite à la dénitratation.

» Les divers pyroxyles perdent de leur acide nitrique dans les bains tièdes réducteurs et même dans l'eau pure, mais la réaction est plus complète dans l'acide nitrique dilué. L'acide nitrique de la cellulose est enlevé par une *dissociation* qui marche d'autant plus vite que le bain est plus chaud et concentré, mais qui peut être poussée d'autant plus loin que le bain est plus froid et dilué. J'emploie l'acide nitrique à la densité de 1,32; la température doit descendre lentement de 35° à 25°. A la fin, la cellulose devient gélatineuse, éminemment apte à absorber par endosmose diverses substances, notamment les matières colorantes et les sels. Elle ne dégage plus alors que 100^{cc} à 110^{cc} de bioxyde d'azote par gramme. Les dissolvants du collodion n'ont plus d'action, les fils ont perdu leurs propriétés explosives et peuvent servir sans danger dans la plupart des applications, surtout mélangés à d'autres textiles; mais on peut les rendre moins combustibles peut-être que le chanvre ou le coton en leur faisant absorber, au sortir du bain nitrique, du phosphate d'ammoniaque. (Cette dernière combinaison, de cellulose et de sel, dégage, en tenant compte de l'eau hygrométrique, 85^{cc} à 90^{cc} de bioxyde d'azote par gramme.)

» La densité de la soie artificielle, 1,49 environ, est comprise entre celle des grèges (1,66 environ) et celle des soies cuites (1,43 environ). La charge de rupture varie de 25^{kg} à 35^{kg} par millimètre carré (30 à 45 pour les soies *grèges* de cocons, 15 à 20 pour 100 de moins pour les soies *cuites*). L'élasticité est analogue pour les soies naturelles et artificielles (élasticité des essayeurs, c'est-à-dire allongement avant rupture 15 à 25 pour 100; élasticité réelle, 4 à 5 pour 100 environ). Le diamètre des soies artificielles peut varier de moins de 1^{μ} à plus de 40^{μ}; la souplesse peut

donc être réglée suivant le but proposé. Le *brillant* surpasse celui des soies de cocons.

» On peut aussi teindre par les procédés ordinaires : la soie artificielle est même la seule fibre qui se comporte dans les bains à peu près comme la soie de cocons (à condition de ne pas trop chauffer). Quoique je n'aie eu à ma disposition ni un outillage complet ni des ouvriers exercés, je puis montrer au Champ-de-Mars quelques échantillons imitant les types de la soierie.

» Les coupes de soie artificielle filée dans l'eau (comme il est dit ci-dessus) montrent chaque brin sous la forme d'un cylindre cannelé : ceci tient au retrait du noyau après solidification de l'enveloppe. Si l'on remplace l'eau par l'alcool, la pellicule superficielle demeure rétractile et le cylindre circulaire.

» On a cherché à modifier ces procédés en dissolvant le pyroxyle dans l'acide acétique pour y incorporer de la gélatine; mais le fil devient friable et perd toute valeur pratique.

» Je termine par une remarque : le fil de grège, formé de deux brins de fibroïne reliés par le grès, serait, selon moi, le produit de deux sécrétions différentes; la fibroïne préexisterait dans les *organes de la soie;* le grès serait émis par les lèvres des filières : le contact des deux liquides amènerait leur coagulation. Je me permets d'appeler sur ce point l'attention des naturalistes. »

PHYSIOLOGIE. — *De la locomotion dans l'ataxie locomotrice.* Note de MM. **Demeny** et **Quénu**, présentée par M. Marey.

« Nous présentons à l'Académie une étude basée sur l'observation de sept malades ([1]). Les résultats obtenus ont été assez constants pour que nous nous croyions autorisés à les considérer comme caractéristiques, au moins de la période d'état de l'ataxie locomotrice.

1° *Étude par les procédés photochronographiques.*

» *Trajectoire de la hanche.* — Dans la marche normale, la trajectoire de la hanche pendant l'appui est franchement convexe; dans l'ataxie, elle se

([1]) Une première observation a été faite en 1887 dans le service de M. Pernet, à Beaujon. Les six autres malades nous ont été fournis par M. Dujardin-Beaumetz. Ces recherches ont été faites à l'Hôtel-Dieu, dans un laboratoire improvisé.

rapproche de l'horizontale; les images successives sont condensées, rapprochées, ce qui indique un ralentissement sensible de la vitesse.

» Au début du lever, la trajectoire de la hanche présente une élévation brusque, puis une dépression qui ne se rencontre jamais dans les tracés normaux; enfin elle est surbaissée au moment de l'appui.

» La *trajectoire du genou*, pendant l'appui, se rapproche plus de l'horizontale que dans l'état normal; mais le vrai caractère chez l'ataxique, c'est que, un peu avant le poser du pied, la trajectoire du genou s'élève fortement et tardivement pour s'abaisser tout d'un coup. Il y a là une sorte de chute brusque des plus remarquables, que nous retrouvons du reste dans la trajectoire des différentes articulations du membre inférieur.

» La *trajectoire de l'articulation tibio-tarsienne* ne présente rien de bien spécial au moment du lever; il n'en est pas de même dans le moment qui précède l'appui : d'abord plus élevée que dans la marche normale, elle s'abaisse presque verticalement en présentant une boucle dont le dernier élément a un sens rétrograde et sort quelquefois du plan normal d'oscillation de la jambe.

» *Trajectoires de la tête et de l'épaule*. — Les pas étant petits, on ne constate que de petites oscillations verticales du tronc et une déformation peu apparente de la trajectoire de la tête. Le balancement du tronc en avant et en arrière est assez sensible; les déformations de la trajectoire de l'épaule tiennent à une légère torsion du tronc autour de son axe.

» *Mouvements des segments*. — Pendant la *période d'appui du pied*, les mouvements du membre inférieur diffèrent peu de l'état normal, si ce n'est par leur étendue. Le déroulement de ce membre dans la marche est de 50° à 60° : 27° environ pour l'angle du poser, et 30° pour l'angle du lever dans la marche, au rythme 60.

» Chez l'ataxique, ces chiffres sont moindres : l'angle du poser est environ de 17°, l'angle du lever de 20° à 25°, ce qui fait un déroulement total de 37° à 42° environ; la longueur du pas est donc diminuée.

» Le mouvement des segments du membre inférieur est à peu près le mouvement normal : dans celui-ci, en effet, la cuisse, au moment de l'appui, se fléchit en même temps que la jambe et s'étend avant celle-ci; puis les deux segments s'étendent, et avant le lever la flexion de la jambe précède l'extension de la cuisse.

» Chez l'ataxique, la jambe se fléchit au moment du poser, pendant que la cuisse continue le mouvement d'extension violent que nous décrirons plus loin; la jambe s'étend ensuite pendant un temps court, reste étendue,

puis se fléchit légèrement, alors que la cuisse continue à s'étendre jusqu'à la fin de l'appui.

» La *durée de l'appui* du pied est plus longue que celle du lever d'une quantité qui mesure le temps du double appui. Cette durée est plus grande qu'à l'état normal. Aussi le malade précipite-t-il l'oscillation de son membre inférieur pendant le lever, circonstance qui ajoute encore à la brusquerie de sa démarche.

» La *phase de lever* du pied est celle qui se différencie le plus de la marche normale. C'est dans cette phase que se manifestent les troubles causés par l'action désordonnée des muscles du membre inférieur. Ainsi, au début du lever il y a, comme à l'état normal, flexion de la cuisse sur le tronc et de la jambe sur la cuisse; mais, dans l'ataxie, la flexion de la jambe se prolonge et surtout se fait plus vivement que dans l'état normal. La flexion de la jambe est suivie immédiatement d'une extension brusque qui retentit sur la cuisse et diminue un peu la vitesse de flexion de celle-ci. Cette extension de la jambe, qui avait graduellement diminué d'intensité, subit encore un léger accroissement avant le poser du pied. Voici enfin ce qui a trait à la phase qui précède le poser.

» Dans la marche normale, la cuisse s'étend un peu avant le poser du pied, mais elle se fléchit ensuite, pendant que la jambe continue son extension, puis, au moment du poser du pied, elle accentue sa flexion en même temps que la cuisse se fléchit. Le pied se pose donc sans force, et en n'ayant qu'une très faible vitesse horizontale.

» Chez l'ataxique, la cuisse, qui avait cessé de se fléchir, s'étend brusquement, et, par le mouvement simultané d'extension de la jambe et de la cuisse, le pied se pose à terre en frappant le sol presque verticalement, quelquefois même en rétrogradant. Ce dernier mouvement d'extension de la cuisse peut être accompagné d'une légère abduction.

2° *Étude par les tracés dynamographiques.*

» Le dynamographe donne des tracés tout à fait caractéristiques. A l'état normal, le tracé présente deux maxima séparés par un minimum : on a donc successivement : une ascension, une légère descente, une autre ascension et enfin une descente plus brusque que la montée.

» Chez l'ataxique, la montée est plus lente; elle se fait en deux ou plusieurs temps. En outre, la ligne de plateau, au lieu de présenter un léger minimum (ce qui donne sur le tracé une courbe à concavité supérieure),

se maintient près de la *ligne du poids* et présente une série d'oscillations. Ces oscillations très caractéristiques se manifestent encore quand le sujet se tient debout sur la planche du dynamomètre.

» Dans une autre forme, la montée est brusque, verticale, puis la courbe descend immédiatement. Cela se présente dans les cas où le choc du pied sur le sol est très violent. Cette descente est suivie de deux ou trois maxima, puis l'instrument revient à zéro comme dans la marche normale.

» Dans l'interprétation de ces anomalies, il faut se rappeler que les inflexions de la courbe du dynamographe n'ont aucune relation avec les inflexions de la trajectoire de la tête, ni même avec la hauteur d'élévation du corps au-dessus du sol; la pression normale du pied dépend uniquement de la variation de vitesse du mouvement vertical du centre de gravité. »

PHYSIOLOGIE. — *Des épithéliums sécréteurs des humeurs de l'œil.* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Ranvier.

« Le névro-épithélium terminal des organes des sens est partout accompagné d'un épithélium sécréteur qui procède de la même origine.

» Ainsi, pour le sens du tact, l'épithélium primitif et indifférent de l'embryon se différencie, d'une part, en névro-épithélium du tact, en épithélium sécréteur de la sueur et du sébum, en épithélium de recouvrement, l'épiderme.

» Pour le nez, la différenciation de l'épithélium primitif produit le névro-épithélium de l'odorat, l'épithélium mucipare des fosses nasales.

» A la langue, de même, l'épithélium embryonnaire devient, par différenciation, le névro-épithélium du goût, l'épithélium sécréteur de la salive et l'épithélium de recouvrement des papilles cornées de la langue.

» C'est aussi la même différenciation pour l'oreille, où se forment, aux dépens de l'épithélium primitif, un névro-épithélium cilié, des cellules sécrétantes de l'endolymphe, épithélium vasculaire de la *stria vascularis*, et de l'épithélium indifférent des membranes de Reissner, des sacs et des canaux.

» Il en est enfin de même pour l'œil, où, par différenciation de l'épithélium de la vésicule oculaire primitive, se produit le névro-épithélium de la rétine et ses dépendances ; l'épithélium sécréteur du pourpre, épithélium choroïdien, et enfin l'épithélium des procès ciliaires et de l'iris qui sécrète les liquides de l'humeur aqueuse et de l'humeur vitrée.

» Les matériaux de ces sécrétions parasensorielles sont fournis par des vaisseaux plus ou moins spécialisés, et la sécrétion est régie par des nerfs sécréteurs et vaso-moteurs qui sont aussi plus ou moins distincts.

» Il suffit de rappeler la corde du tympan qui en est le type.

» Le premier et le plus remarquable exemple de sécrétion épithéliale dans l'œil a été démontré par Boll, de Rome, qui a découvert le pourpre visuel, produit de l'épithélium choroïdien.

» En suivant cette voie, nous avons fait, dès 1883, dans les Bulletins de la Société française d'Ophtalmologie, une étude assez détaillée des autres épithéliums sécréteurs de l'œil sous le titre suivant : *Épithélium aquipare et vitréipare des procès ciliaires*.

» La démonstration, que les liquides de l'humeur aqueuse et du liquide du corps vitré sont des liquides de sécrétion et non du simple plasma, se base, entre autres, et en attendant un réactif spécial introuvé, sur les qualités différentes de ces liquides.

» Ainsi l'humeur aqueuse se distingue du plasma sanguin, par son action destructive des leucocytes, comme l'a si bien établi Ranvier ; par sa puissance également destructive des cellules du cristallin, quand la capsule est ouverte ; même action destructive sur la cornée quand la membrane vitreuse de Descemet est ouverte.

» Par conséquent, l'humeur aqueuse est toute différente du plasma sanguin, qui, lui, est conservateur des cellules. Comme, d'autre part, entre les vaisseaux et le sac de l'humeur aqueuse, il n'existe que l'épithélium des procès, c'est bien à cet épithélium que revient la sélection des principes spéciaux constituant l'humeur aqueuse.

» Ces mêmes considérations s'appliquent au corps vitré, si l'on se souvient bien qu'il y a lieu de séparer le liquide vitré d'avec la trame conjonctive, et que tout ce qui précède a rapport au liquide vitré.

» Il nous sera permis d'insister à nouveau sur ces faits, qui avaient pris place, avec d'autres détails, dans le Mémoire, assez étendu, signalé plus haut. Il paraît avoir échappé à M. Nicati, qui a omis de le rappeler, dans sa Note du 22 avril, sur le même sujet. Son travail d'ailleurs ne fait que confirmer ce que nous avons cherché à établir, le rôle sécréteur des épithéliums des procès ciliaires sur les humeurs de l'œil. »

PHOTOGRAPHIE. — *Observations sur l'emploi des verres colorés en Photographie.* Note de M. **Delaurier**.

« Les recherches de M. Lippmann, pour obtenir des photographies ayant des valeurs justes de lumière, m'ont remis en mémoire des essais infructueux que j'ai faits pour obtenir des photographies en couleurs naturelles exactes, par l'action de la lumière du soleil, en me servant tour à tour de trois verres : l'un rouge, l'autre jaune et le dernier bleu ; c'est-à-dire les trois couleurs primitives qui forment le blanc. C'était la base de mes travaux, qui, naturellement, comportaient d'autres détails trop longs et inutiles à rapporter ici.

» Dans ces expériences, j'ai remarqué que la lumière traversant un verre orangé donnait une égalité d'action photogénique pour les objets à reproduire de n'importe quelle couleur.

» Il n'y avait donc plus que la différence d'intensité lumineuse réelle qui agissait et, alors, donnait des images de valeurs justes d'ombre et de lumière.

» Lorsque le verre orangé était trop épais ou trop mince, trop chargé en couleur ou trop peu, l'action était imparfaite naturellement, puisqu'il ne passait pas assez de lumière ou qu'elle était trop blanche ; alors, ici, elle donnait du bleu, qui est actif.

» C'est donc par le tâtonnement que l'on peut obtenir des résultats parfaits ; mais, une fois obtenus, on pourra fabriquer des verres spéciaux qui donneront toujours de bonnes photographies. Il suffira donc de mettre un verre d'épaisseur convenable devant l'objectif, ou devant le trou sans objectif d'une chambre noire, ce que j'ai proposé il y a quelque temps et qui a été fait depuis. »

Melle **Teinturier** prie l'Académie de prendre connaissance des plis cachetés qui ont été déposés par son oncle, M. *de Chancourtois*.

Ces plis, au nombre de trois, sont ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel.

Le premier et le deuxième renferment des remarques sur l'interprétation des imaginaires et sur le rôle que ces quantités peuvent jouer en Physique et en Mécanique.

Le troisième a pour titre : « Conclusion de mes travaux de classification ».

M. A. **Werebriussow** appelle l'attention de l'Académie sur le rapprochement excessif de Mercure et de la comète de Encke, qui se produit tous les treize ans environ, et signale des perturbations que ce rapprochement permet d'expliquer.

M. M. **Delage** adresse deux Notes intitulées : « Nouvelle méthode géométrique pour les oculaires de Ramsden et d'Huygens et pour le doublet de Wollaston » et « Système oculaire doublement négatif, permettant d'obtenir dans les lunettes un grossissement double de celui obtenu avec l'oculaire ordinaire ».

M. E. **Vial** adresse une Note « Sur l'intervention du fer dans la fixation par le sol de l'azote atmosphérique ».

M. **Collongues** adresse une Note intitulée : « L'unité des phénomènes vitaux dynamoscopiques et dermoscopiques, pendant et après l'attaque d'hémiplégie cérébrale, vient des nerfs vaso-moteurs et non des nerfs cérébro-spinaux ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mai 1889.

Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel. Troisième fascicule. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; br. in-4°. (Présenté par M. Mouchez.)

Nouvelle méthode de déterminer les orbites des planètes et des comètes; par A. Werebriussow. Kharkow, Adolph Darré, 1888; br. in-8°.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Bulletin du Conseil supérieur de Statistique, n° 3, session de 1887. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Physiologie des exercices du corps; par le Dr FERNAND LAGRANGE. Paris, Félix Alcan, 1889; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours du prix Bellion.)

Manuel technique et pratique d'anthropométrie cranio-céphalique (*méthode, instrumentation*); *par* le Dr MORIZ BENEDIKT (de Vienne), traduit par le Dr P. KÉRAVAL. Paris, Lecrosnier et Babé, 1889; 1 vol. in-8°.

Prodromus of the Zoology of Victoria; decade XVII; *by* FREDERICK MC COY. Melbourne, 1888; br. gr. in-8°.

Polhöhenbestimmungen aus dem Jahre 1886 *für zwanzig Stationen nahe dem Meridian des Brockens vom Harz bis zur dänischen Grenze. — Gelegentlich ausgeführte Polhöhen- und Azimutbestimmungen aus den Jahren* 1878-1884. Berlin, P. Stankiewicz'Buchdruckerei, 1889; 1 vol. in-4°.

Gewichtsbestimmungen für Seiteinverhältnisse in schematischen Dreiecksnetzen; von Dr PAUL SIMON. Berlin, P. Stankiewicz'Buchdruckerei, 1889; br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Série thionique. — Action des acides sur les hyposulfites;* par M. BERTHELOT.

« L'étude de l'action des acides sur les hyposulfites jette un jour nouveau sur la constitution des sels de la série thionique. Elle peut servir à déterminer la chaleur de neutralisation de l'acide hyposulfureux, ou plus exactement à fixer des limites entre lesquelles cette chaleur est comprise; car la mise en liberté de l'acide hyposulfureux déplacé par certains acides est accompagnée, d'une façon inséparable, par la décomposition même de cet acide en acide sulfureux et en soufre, décomposition dont la progression est cependant un peu plus lente et dans laquelle l'état du soufre varie suivant les circonstances; enfin l'acide sulfureux, à mesure qu'il est produit par cette décomposition, réagit sur l'acide hyposulfureux non encore décomposé, et s'y combine, en formant les acides condensés qui résultent de

l'union de ces deux acides simples, c'est-à-dire les acides de la série thionique.

» Cette troisième réaction commence immédiatement, de même que les deux autres; mais elle se développe plus lentement que la décomposition de l'acide hyposulfureux, et surtout que le déplacement de cet acide par les acides forts. Les acides thioniques dissous étant d'ailleurs dissociables peu à peu en sens inverse, en présence de l'eau, les phénomènes qui se produisent résultent d'équilibres fort complexes et progressivement développés entre ces réactions contraires.

» Tels sont les résultats essentiels de l'étude nouvelle que j'ai faite de l'action des acides sur les hyposulfites, action déjà examinée par bien des observateurs, qui n'en avaient pas aperçu toute la complexité.

» 1. *Déplacement de l'acide hyposulfureux par un autre acide.* — J'ai fait réagir sur l'hyposulfite de soude dissous divers acides d'énergie inégale, tels que l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, l'acide sulfureux, l'acide acétique et l'acide borique, tous pris à l'état de solutions étendues, et j'ai cherché à définir les résultats obtenus par deux méthodes : d'une part, en mesurant la chaleur dégagée dans les premières minutes du mélange, et d'autre part, en déterminant la dose d'iode absorbable par les liqueurs, tant au premier moment qu'au bout de temps croissant progressivement jusqu'à plusieurs jours. Voici les résultats classés suivant l'ordre des énergies relatives des acides.

» 1° *Acide borique :*

S^2O^3Na ($79^{gr} = 2^{lit}$) + BO^3 ($35^{gr} = 4^{lit}$), à 11°,5 .... + 0^{Cal},06

» L'effet est sensiblement nul, et la liqueur reste incolore et transparente. Elle demeure telle pendant seize jours : 10^{cc} des composants de cette liqueur absorbaient, d'après un calcul fondé sur la dose de l'hyposulfite employé dans la préparation de ce mélange, 8^{cc},2 d'une solution titrée d'iode. Ce titre, déterminé ensuite à plusieurs reprises, est demeuré exactement le même pendant seize jours (vers 10° à 12°). Ainsi l'acide borique ne déplace pas sensiblement à froid l'acide hyposulfureux, et l'on est autorisé à en conclure que la chaleur de neutralisation du dernier acide surpasse + 11^{Cal},6, chaleur dégagée par la formation du borax.

2° *Acide acétique :*

S^2O^3Na ($79^{gr} = 2^{lit}$) + $C^4H^4O^4$ ($60^{gr} = 2^{lit}$), à 11°,0 .. Effet sensiblement nul.

» Cet effet se produit au premier moment du mélange, sans que la

liqueur louchisse; mais, au bout d'une minute et demie environ, la liqueur louchit, tout en demeurant translucide, sans que la température éprouve de variation sensible. Le louche augmente peu à peu pendant plusieurs heures, sans que la nuance blanchâtre de la liqueur se modifie. Pour mieux caractériser la progression des phénomènes, j'ai eu recours à l'action de l'iode.

» La solution d'hyposulfite employée absorbait $12^{cc},6$ d'iode. Après son mélange avec l'acide acétique, le même volume, conservé vers 10° à 12°, a absorbé, au bout de 5 minutes : $12^{cc},6$; au bout de 15 minutes cette dose avait crû jusqu'à $12^{cc},8$, chiffre qui est demeuré le même pendant 20 heures; mais, au bout de 8 jours, il avait diminué sensiblement et était tombé à $11^{cc},0$; au bout de 16 jours, à $10^{cc},3$.

» Pour comprendre la signification de ces chiffres, il est nécessaire de rappeler que la transformation intégrale de l'acide hyposulfureux en acide sulfureux et soufre aurait dû doubler la dose d'iode absorbée, c'est-à-dire la porter à $25^{cc},2$. Au contraire, la transformation intégrale d'un mélange d'acide sulfureux et d'acide hyposulfureux en acides thioniques ferait disparaître l'aptitude du mélange à absorber l'iode. En effet, j'ai vérifié que des liqueurs renfermant 2^{gr} de chacun des sels suivants, pris isolément et dissous dans 50^{cc} d'eau, puis additionnés chacun d'une dose précisément équivalente d'acide chlorhydrique étendu, demeure ensuite (vers 11°) sans action sur une trace d'iode pendant 5 minutes, 10 minutes, 1 heure et 20 heures. Cependant, à la longue, elles finissent par régénérer de l'acide sulfureux et du soufre.

» Nous montrerons tout à l'heure que l'acide hyposulfureux, une fois mis en liberté par les acides forts, se décompose très rapidement en soufre et acide sulfureux.

» On peut donc conclure, d'après les données précédentes, que l'acide acétique ne le déplace que dans une proportion très peu sensible, de sa combinaison avec la soude, au moins immédiatement et vers 11° : ce qui indique que sa chaleur de neutralisation est supérieure à $+13^{Cal},3$. Cependant, en y regardant de plus près, il y a l'indice d'un léger partage initial, d'après la précipitation du soufre (résultant du dédoublement de l'acide hyposulfureux) et le faible accroissement dans l'absorption de l'iode. Ce léger partage me paraît dû aux mêmes causes que la légère décomposition du chlorure de sodium par l'acide acétique, décomposition réelle et que j'ai expliquée par une certaine formation d'acétate acide de soude dissous dans les liqueurs (*Mécanique chimique*, t. II, p. 598). L'acide sulfureux

ainsi produit réagit ensuite peu à peu sur l'hyposulfite, en formant des acides thioniques, et il s'établit une série de réactions lentes et progressives, lesquelles diminuent en sens inverse la dose d'iode absorbable par la liqueur : c'est ce que montrent les chiffres ci-dessus.

» 3° *Acide sulfurique.* — J'ai opéré avec des liqueurs très étendues :

$$S^2O^3Na(79^{gr} = 8^{lit}) + SO^4H(49^{gr} = 8^{lit}), \text{ à } 11^{\circ}.$$

» Au moment du mélange, la liqueur demeure transparente et il se dégage $+0^{Cal},1$; mais presque aussitôt elle louchit, avec formation de soufre, en même temps qu'il se produit un léger abaissement de température ($-0^{Cal},2$). Le phénomène n'a pas été suivi plus loin. Mais le 1er effet montre que la chaleur de neutralisation de l'acide hyposulfureux est inférieure à celle de l'acide sulfurique, et même, si l'on assimile le 1er acide à l'acide chlorhydrique, à la chaleur dégagée dans la formation du bisulfate de soude, soit à $+14^{Cal},7$. Il n'est pas permis d'en conclure davantage, la décomposition de l'acide hyposulfureux se produisant aussitôt, en absorbant de la chaleur. Cette décomposition est si prompte que le dégagement initial de chaleur signalé ci-dessus n'a pas toujours pu être observé. Souvent l'absorption se manifeste tout d'abord : ce qui est arrivé, par exemple, avec des liqueurs quatre fois aussi concentrées que les précédentes. Ici la chaleur absorbée était $-0^{Cal},33$.

» 4° *Acide chlorhydrique.* — J'ai opéré en faisant varier les proportions relatives et la concentration. Voici les chiffres observés :

(*a*) $S^2O^3Na(79^{gr} = 2^{lit}) + \frac{1}{4}HCl(36^{gr},5 = 8^{lit})$, à $11^{\circ},5$.... 1er effet $+0^{Cal},04$.

Puis la liqueur, au bout d'une minute, louchit et la température s'abaisse; en deux minutes nouvelles, il y a absorption de $-0^{Cal},04$.

(*b*) $S^2O^3Na(79^{gr} = 8^{lit}) + \frac{1}{2}HCl$(un équivalent $= 8^{lit}$), à $10^{\circ},9$
1er effet $-0,24$; 2e effet $-0,25$. En tout : $-0^{Cal},49$
soit $-0^{Cal},98$ pour HCl.

(*c*) $S^2O^3Na(79^{gr} = 8^{lit}) + HCl$(un équivalent $= 8^{lit}$), à $10^{\circ},8$
1er effet $-0^{Cal},48$; 2e effet $-0^{Cal},49$. En tout : $-0^{Cal},97$.

(*d*) $S^2O^3Na(79^{gr} = 2^{lit}) + HCl$(un équivalent $= 2^{lit}$), à $11^{\circ},3$.

» Au bout d'une minute, il se précipite du soufre blanchâtre, avec un abaissement de température répondant à une absorption de $-1^{Cal},00$; puis la température remonte un instant, avec dégagement de $+0^{Cal},08$;

ensuite il se produit un nouvel abaissement de $-0^{Cal},06$ et la réaction se poursuit lentement [1] :

(*e*) $S^2O^3Na(79^{gr} = 2^{lit}) + 2\,HCl$ (un équivalent $= 1^{lit}$), à $11°,4$.

» La liqueur, incolore un instant, louchit presque aussitôt, avec précipitation de soufre blanc et absorption de $-1^{Cal},27$; le soufre blanc jaunit très rapidement.

» Ces changements successifs deviennent moins distincts, à mesure que la température s'élève

(*f*) $S^2O^3Na(79^{gr} = 2^{lit}) + \frac{1}{4}HCl$ (un équivalent $= 2^{lit}$), à $18°,3$;

il se produit aussitôt une absorption de $-0^{Cal},27$, soit $-1^{Cal},08$ pour HCl.

» Ces chiffres établissent l'existence de plusieurs actions successives et presque inséparables [2]. Cependant la décomposition de l'acide hyposulfureux est sensiblement plus lente dans les liqueurs les plus étendues et les moins riches en acide chlorhydrique. Or, dans de telles liqueurs, l'absorption initiale de chaleur est plus faible, et même susceptible de se changer parfois en un léger dégagement de chaleur. L'absorption de chaleur est attribuable, dès lors, en grande partie du moins, au dédoublement de l'acide hyposulfureux.

» En raison de ces circonstances, la chaleur de neutralisation de l'acide hyposulfureux me paraît devoir être fort voisine de celle de l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire à peu près la même que celle de l'acide hyposulfurique. Jusqu'à détermination plus précise, elle pourra, je crois, être fixée sans erreur notable vers $+13^{Cal},8$.

» Cette évaluation reporte toute l'absorption de chaleur observée sur la décomposition propre de l'acide hyposulfureux : ce qui concorde avec ce fait qu'elle ne se produit pas toujours au premier moment, mais au bout de quelques instants. Ajoutons que l'absorption de chaleur observée ($-1^{Cal},0$ à $-1^{Cal},3$) répond précisément à la différence des chaleurs de formation des acides sulfureux et hyposulfureux depuis leurs éléments, soit : $38,4 - 39,7 = -1^{Cal},3$, telles que j'ai été conduit à les évaluer d'après mes

---

[1] Avec le même acide et le même sel pris en solutions concentrées, le soufre se précipite à l'état mou et huileux, en donnant lieu à une absorption de chaleur, nécessairement plus forte et qui peut aller jusqu'à $-2^{Cal},0$.

[2] M. Foussereau a reconnu l'existence de phases analogues par la mesure des résistances électriques, dans des mélanges d'hyposulfite et d'acide chlorhydrique (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XV, p. 533).

mesures. Cette relation numérique est d'une haute importance dans la question.

» Donnons, à l'appui de ces résultats, les chiffres obtenus au moyen de l'iode, dans l'étude de la transformation progressive des mélanges d'acide chlorhydrique et d'hyposulfite, vers la température de 10° à 12°. On a titré ces mélanges, à diverses époques de leur conservation, avec l'iode :

	$S^2O^3Na\,(79^{gr} = 2^{lit})$ + HCl (un équivalent = 2^{lit}).		$S^2O^3Na\,(79^{gr} = 2^{lit})$ + 2 HCl.		$S^2O^3Na\,(79^{gr} = 2^{lit}) + \frac{1}{4}$ HCl.	
		Dose de S^2O^2,HO décomposée.		Dose décomposée.		Dose décomposée.
Titre initial (liq. sépar.).	12,7 cc	0,0	8,5 cc	0,0	20,4 cc	0,0
Mélange après 5m.....	14,7	15,7 cent.	10,0	17,6 cent.	22,5	10,3 cent.
» 15m.....	17,3	35,7	11,6	36,5	23,7	16,2
» 1h......	18,8	47,5	13,2	54,1	24,2	18,7
» 3h......	19,1	50	13,5	58,8	23,8	16,7
» 20h......	18,7	46,7	14,0	64,7	21,7	6,4
» 26h......	18,5	45,1	14,0	64,7	»	»
» 50h......	16,5	28,7	13,6	60,0	»	»
» 8j......	»	»	»	»	11,6	−47,0
» 16j......	»	»	»	»	8,5	−58,0

» On a calculé la dose de l'acide hyposulfureux décomposé, en admettant qu'il se transforme uniquement en acide sulfureux et soufre; mais cette dose calculée est inférieure à la réalité, l'acide sulfureux formé s'unissant à mesure, quoique plus lentement, à l'acide hyposulfureux non encore décomposé, pour donner des acides thioniques, lesquels sont sans action immédiate sur l'iode, ainsi qu'il a été dit plus haut. En négligeant cette circonstance qui agit en sens inverse des effets constatés, on voit par les nombres ci-dessus que la décomposition de l'acide hyposulfureux commence immédiatement et qu'elle s'accroît avec le temps. Cet accroissement est d'autant plus rapide que la dose d'acide chlorhydrique est plus forte : ce qui semble accuser un certain partage de la soude entre cet acide et l'acide hyposulfureux. La décomposition apparente n'a pas dépassé la moitié, à équivalents égaux; les $\frac{2}{3}$, avec 2HCl. La décomposition réelle est nécessairement plus forte, à cause de l'union progressive des acides sulfureux et hyposulfureux. Au bout de quelques heures, cette union devient assez considérable pour que le titre iodique de la liqueur varie en sens inverse, c'est-à-dire qu'il aille en diminuant. Cette diminution est plus prompte quand la liqueur renferme un excès d'hyposulfite de soude, ainsi qu'on devait s'y attendre. En fait, dans ce dernier cas, elle a abaissé, au

bout de 8 et de 16 jours, le titre iodique à la moitié et presque au tiers de celui qui répondait à l'hyposulfite initial. Ces résultats sont décisifs.

» 5° *Acide sulfureux.* — Pour caractériser plus complètement les phénomènes, j'ai examiné la réaction de l'acide sulfureux sur l'hyposulfite de soude, toujours vers 10° à 12° :

	Cal
$S^2O^3Na(79^{gr}=2^{lit}) + SO^2(32^{gr}=2^{lit})$, à 11°,5 il se dégage..	+0,10
$S^2O^3Na(79^{gr}=2^{lit}) + 2SO^2(32^{gr}=2^{lit})$, à 11°,6	+0,21
$S^2O^3Na(79^{gr}=2^{lit}) + \frac{1}{2}SO^2(32^{gr}=2^{lit})$, à 11°,9	+0,08

» Toutes ces réactions sont exothermiques; elles répondent à la fois à un certain partage de la base entre l'acide sulfureux et l'acide hyposulfureux et à une combinaison de ces mêmes acides entre eux, pour former les composés thioniques. Aussitôt après le mélange, les liqueurs jaunissent; puis elles déposent du soufre. Ce dépôt est surtout abondant avec un excès d'hyposulfite; tandis qu'en présence d'un excès notable d'acide sulfureux, il ne se produit que des traces de soufre, lesquelles semblent même se redissoudre peu à peu.

» J'ai suivi la marche progressive de la combinaison entre les acides sulfureux et hyposulfureux au moyen de l'iode, toujours vers 12° :

	$S^2O^3Na(79^{gr}=2^{lit}) + SO^2(32^{gr}=2^{lit})$.		$+2SO^2$.		$+\frac{1}{2}SO^2$.	
		Diminution du titre en centièmes.		Diminution.		Diminution.
Titre initial (liq. sépar.)..	cc 35,7	0,0	cc 38,1	0,0	cc 32,1	0,0
Mélange après 5m........	35,0	2,0	37,5	1,6	31,5	1,9
» 15m........	35,0	2,0	»	»	31,4	2,2
» 1h........	34,7	2,8	36,8	3,4	31,0	3,4
» 3h........	33,7	5,6	36,2	5,0	30,3	5,7
» 20h........	29,8	16,5	»	»	»	»
» 3j........	»	»	27,1	28,9	20,5	36,2
» 4j........	25,3	29,2	»	»	»	»
» 12j........	17,7	50,4	22,0	42,3	11,4	64,5

» Pour concevoir pleinement ce qui se passe dans ces conditions, il convient de rappeler que chacun des acides thioniques se décompose en sens inverse, quoique plus lentement, en reproduisant de l'acide sulfureux, du soufre et les autres acides thioniques. Il en résulte l'impossibilité de combiner en totalité l'acide sulfureux avec l'acide hyposulfureux, même en présence d'un excès notable de ce dernier; l'acide sulfureux doit

d'ailleurs partager d'abord la base, pour pouvoir mettre en liberté l'acide hyposulfureux, auquel il se combine ensuite. De là des équilibres complexes, où interviennent les acides sulfureux, hyposulfureux et les acides trithioniques, sans préjudice du soufre, suceptible d'entrer pour son propre compte en réaction avec les sulfites. Ces équilibres complexes rappellent ceux des carbures pyrogénés, avec leurs condensations et combinaisons multiples; ils obéissent à des lois analogues. Il en est de même nécessairement, toutes les fois que l'on décompose un hyposulfite par un acide capable de mettre en liberté tout ou partie de l'acide hyposulfureux, celui-ci se décomposant en soufre et acide sulfureux, lequel exerce les réactions précitées et donne lieu à des systèmes d'équilibres analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide mésocamphorique;* par M. C. **Friedel.**

« Wreden [1] a donné le nom d'acide *mésocamphorique* à un acide isomérique avec l'acide camphorique, qu'il a obtenu en chauffant l'acide camphorique droit à 140° ou 160°, pendant environ trente heures, avec une solution aqueuse d'acide iodhydrique ou d'acide chlorhydrique.

» Cet acide peut se séparer par cristallisation de l'excès d'acide droit, qui est moins soluble. Il se présente en aiguilles fines, qui le plus souvent se groupent en mamelons. Ses sels cristallisent mal.

» L'acide fond à 113° et reste vitreux dans le tube capillaire après refroidissement; en présence d'une quantité d'eau insuffisante pour le dissoudre, il fond à l'ébullition en un liquide huileux.

» Il se transformerait par cristallisation dans l'eau ou dans l'alcool faible, plus complètement par une ébullition prolongée avec de l'acide chlorhydrique très faible, en un nouvel acide inactif dont les propriétés concordent avec celles de l'acide droit.

» A ces faits indiqués par Wreden, et dont quelques-uns doivent être rectifiés, ainsi qu'on le verra plus bas, M. Jungfleisch a ajouté que l'acide mésocamphorique, considéré par lui, après Wreden, comme un inactif non dédoublable, se produit par la simple action de la chaleur sur l'acide camphorique droit additionné d'une petite quantité d'eau, et qu'il se forme en même temps un autre acide camphorique inactif qui serait l'acide para-

---

[1] *Liebig's Annalen*, t. CLXIII, p. 327.

camphorique; les deux se transformant facilement l'un dans l'autre quand on les chauffe en présence de l'eau [1].

» Ayant obtenu, dans les recherches que je poursuis sur l'acide camphorique, au point de vue de sa constitution, une certaine quantité d'acide mésocamphorique par l'action de l'acide iodhydrique sur l'acide camphorique droit, j'ai cherché à isoler, à l'état de pureté, ce corps encore peu étudié. J'en ai préparé une plus grande quantité par l'action de la chaleur (180°-190°) sur l'acide camphorique droit, additionné d'un peu d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique ou d'eau seulement.

» Lorsqu'on reprend par l'eau chaude les mélanges d'acides ainsi obtenus, le plus souvent il se dépose d'abord par le refroidissement un excès d'acide droit, puis on voit se produire très lentement des mamelons formés de fines aiguilles, qui peuvent être séparés mécaniquement, ou qu'on obtient seuls, si l'on décante la liqueur à temps, avant leur dépôt.

» C'est bien l'acide mésocamphorique de Wreden; il fond sous l'eau, et lorsqu'on l'a simplement séché à l'air sec, il fond à des températures qui se rapprochent de celle indiquée par Wreden (113°), mais qui ne sont pas fixes. Lorsqu'on le sèche à l'étuve, son point de fusion s'élève, tout en restant variable, et la fusion complète n'a lieu qu'assez haut au-dessus du ramollissement de la matière. C'est ainsi qu'on a observé des points de fusion allant de 130° à 140°, 150°, et même au-dessus.

» En cherchant à arriver, par des cristallisations répétées, à obtenir une matière pure, fondant régulièrement, j'ai remarqué qu'il se séparait, avant le dépôt de l'acide mésocamphorique, de petits cristaux durs, brillants, qui ont été obtenus purs à la suite d'une ou deux cristallisations et qui ont alors présenté les caractères suivants :

» Ils fondent à 172°,5 très nettement. Leur forme, assez variable d'aspect général, suivant les conditions de la cristallisation, est celle de petits octaèdres à base carrée, modifiés par les faces du prisme sur les angles et quelquefois de l'octaèdre tangent sur le premier, ou de longs prismes paraissant formés de chapelets d'octaèdres et toujours terminés par les faces de l'octaèdre.

» Les faces sont très brillantes, mais donnent des images multiples. Les mesures suivantes ne sont donc qu'approximatives :

$$a^1 a^1 \text{ (par-dessus } h^1) = 62°50',$$
$$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}} \text{ (par-dessus } m) = 45°45'.$$

---

[1] *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XIX, p. 530; 1873.

» Du premier de ces angles on déduit :

$$a^1 a^1 \text{ (culminant)} = 74^\circ 14',$$
$$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}} \text{ (culminant)} = 88^\circ 11'.$$

» L'observation a donné 74° environ et 81°35-40'.

» Des plaques taillées perpendiculairement à l'axe ont donné la croix et les anneaux des substances quadratiques avec le caractère négatif. Les plaques ont été prises dans des cristaux trop petits pour donner une épaisseur qui suffise pour constater l'existence du pouvoir rotatoire.

» La substance se présente aussi parfois, par cristallisation lente, en lames rectangulaires appartenant au type orthorhombique et sur lesquelles, en lumière convergente, on voit les lemniscates et les hyperboles des substances orthorhombiques.

» Le plan des axes est parallèle à la petite dimension des lames.

» Ces lames sont peu stables et se transforment, au bout d'un certain temps en contact avec leur eau mère, en octaèdres groupés. Sorties de l'eau, elles deviennent rapidement opaques. Dissoutes à chaud, elles fournissent, par refroidissement, les octaèdres ou les aiguilles quadratiques.

» J'ai constaté d'ailleurs qu'elles ne contiennent pas d'eau de cristallisation et qu'elles fondent à la même température que l'acide octaédrique.

» Le nouvel acide camphorique est donc dimorphe.

» C'est bien, en effet, un acide isomérique avec l'acide camphorique et ayant la même capacité de saturation par les bases.

» L'analyse a donné :

	gr
Matière employée	0,2576
Acide carbonique	0,5626
Eau	0,1898

ou, en centièmes :

		Théorie $C^{10}H^{16}O^4$.
C	59,55	60,0
H	8,18	8,0

» Il a fallu exactement la même quantité d'une liqueur de potasse titrée pour saturer, avec la phtaléine comme indicateur, des poids égaux d'acide camphorique droit et du nouvel acide. Ce dernier possède aussi la propriété que j'ai remarquée antérieurement pour l'acide droit et qui existe également dans les acides alcools, tels que l'acide glycolique, de ne pas faire virer franchement l'orangé de Poirrier, qui tourne seulement à un

orangé plus rouge et qui est ramené à sa couleur normale bien avant que l'on ait ajouté même la quantité d'alcali nécessaire pour la saturation de l'une des deux fonctions acides de la molécule.

» L'acide nouveau, que nous pourrons appeler *isocamphorique* en attendant qu'une étude plus complète de sa constitution permette peut-être de lui donner un nom plus significatif, est moins soluble que l'acide camphorique droit : 100^{gr} d'eau à $15^{\circ},5$ en dissolvent $0^{gr},38$, tandis qu'ils dissolvent $0^{gr},625$ d'acide droit à 12° (Bourgoin).

» L'acide isocamphorique possède le pouvoir rotatoire lévogyre; son pouvoir rotatoire est égal et de sens contraire à celui de l'acide droit.

» On a trouvé $[\alpha_D] = -46^{\circ}$ (en solution alcoolique).

» C'est donc un acide gauche dont les propriétés physiques, sauf le pouvoir rotatoire, ne concordent pas avec celles de l'acide camphorique gauche obtenu par l'oxydation des camphres gauches. Les propriétés de ce dernier acide ont été indiquées par M. Haller, qui les a trouvées identiques à celles de l'acide droit. J'ai pu d'ailleurs, grâce à l'obligeance de M. Haller, qui a bien voulu m'envoyer un échantillon d'acide camphorique gauche provenant de l'oxydation du camphre de valériane et un échantillon de l'acide inactif obtenu par l'union des acides camphoriques droit et gauche pareils, comparer les deux acides gauches, qui diffèrent complètement non seulement de propriétés, mais même d'aspect.

» D'où provenait cet acide se déposant ainsi le premier dans les cristallisations d'acide mésocamphorique?

» Après d'assez nombreuses cristallisations, j'ai reconnu que les eaux mères qui avaient laissé déposer l'acide isocamphorique devenaient capables de laisser déposer aussi de l'acide camphorique droit. Ce dernier étant retiré, en profitant de la propriété qu'ont les solutions de tous ces acides de rester longtemps sursaturées et de laisser déposer à volonté l'un ou l'autre des acides qu'ils renferment par l'addition de quelques cristaux servant à déterminer la cristallisation, on peut de nouveau obtenir de l'acide mésocamphorique, qui, par une nouvelle cristallisation ou deux, fournit de nouveau de l'acide isocamphorique, la proportion d'acide mésocamphorique allant ainsi toujours en diminuant.

» Ces faits devaient me conduire à la conclusion que l'acide mésocamphorique, loin d'être un acide inactif non dédoublable, est dédoublé par la simple cristallisation, en raison de différences de solubilité, en deux acides, l'un droit et l'autre gauche, de pouvoirs rotatoires égaux, mais de propriétés physiques différentes.

» Il était facile de s'assurer qu'il en est bien ainsi par un procédé plus sûr encore que celui du dédoublement poussé aussi loin que possible.

» J'ai dissous dans l'eau poids égaux d'acide isocamphorique et d'acide droit obtenu par l'oxydation du camphre et, par refroidissement, comme par évaporation lente des eaux mères séparées des premières masses mamelonnées déposées, j'ai obtenu une substance ayant l'aspect caractéristique de l'acide mésocamphorique et fondant mal, comme fait l'acide mésocamphorique provenant de la transformation par la chaleur de l'acide droit, à 135°-140°.

» On peut d'ailleurs facilement suivre les phases de ce dédoublement en se servant du polarimètre. Si l'on prend une certaine quantité d'acide mésocamphorique aussi pur que possible, non mélangé des cristaux bien reconnaissables des acides droit ou gauche, et n'ayant aucune action sur le rayon polarisé, et si on le dissout à chaud dans cinquante fois environ son poids d'eau, on pourra, après refroidissement et cristallisation, séparer un premier dépôt d'acide gauche. A ce moment, la liqueur, qui était neutre primitivement, dévie à droite le rayon polarisé; il peut se faire alors un dépôt d'acide mésocamphorique, ou parfois celui-ci se mélange avec l'acide gauche et il faut une nouvelle cristallisation après séparation des eaux mères pour arriver à isoler l'acide gauche. L'acide droit se déposera dans les liqueurs restantes, soit spontanément, soit après addition de quelques grains du même acide.

» Les eaux mères sont concentrées, puis traitées d'une manière analogue, en se servant pour les séparations soit des apparences bien distinctes des cristaux qui se déposent, soit des indications du saccharimètre.

» Lorsqu'on chauffe l'acide camphorique droit additionné d'un dixième de son poids d'eau pendant quarante-huit heures à 180°-190° ou pendant un temps plus long, on reconnaît que la solution aqueuse est devenue inactive sur la lumière polarisée. La solution faite avec 50 fois le poids d'eau laisse déposer de l'acide gauche qu'il suffit de faire cristalliser une deuxième fois pour l'avoir pur.

» L'acide droit qui se dépose finalement est beaucoup plus difficile à séparer de l'acide mésocamphorique qui l'accompagne, et même après plusieurs cristallisations il fond encore au-dessous de la température normale de fusion de l'acide droit.

» Si l'on chauffe dans les mêmes conditions l'acide isocamphorique, on obtient également une solution neutre, qui, étant concentrée plus que la précédente, laisse déposer de l'acide mésocamphorique. Il se produit donc

un équilibre entre l'acide camphorique droit et l'acide isocamphorique gauche, et cet équilibre semble être déterminé par la neutralité optique. C'est là un fait important qui vient compléter et étendre les anciennes observations de Dessaignes, de M. Pasteur et de M. Jungfleisch sur les acides tartriques.

» Il résulte de ces faits que l'acide mésocamphorique n'a pas une individualité propre, qu'il est formé par l'union, à poids égaux, d'acide camphorique droit et d'acide isocamphorique, et qu'il faut reconnaître l'existence, à côté des racémiques proprement dits découverts par M. Pasteur et formés par l'union de deux acides concordant dans toutes leurs propriétés et de pouvoirs rotatoires opposés, d'autres racémiques formés par l'union plus facile à rompre de deux acides de propriétés différentes et de pouvoirs rotatoires égaux et opposés.

» On peut, semble-t-il, sans trop se hasarder, prévoir que l'action de la chaleur sur l'acide camphorique gauche des camphres gauches devra fournir, si tout se passe symétriquement comme il paraît probable, un acide droit ayant les propriétés de l'acide isocamphorique et pouvant fournir avec lui un racémique non dédoublable par de simples différences de solubilité.

» L'acide isocamphorique, comme l'acide camphorique droit, fournit un anhydride; lorsqu'on le chauffe, il fond d'abord et reste quelque temps sans perdre de l'eau; puis, si l'on élève la température, il se met à bouillonner en dégageant de l'eau et il finit par distiller sans autre décomposition vers 305°.

» L'anhydride, dissous dans l'alcool à chaud, y cristallise par le refroidissement en longues aiguilles d'un éclat soyeux; par évaporation lente, il donne des prismes qui paraissent orthorhombiques.

» L'anhydride fond à 221°, c'est-à-dire à une température très voisine de celle indiquée pour l'anhydride de l'acide droit.

» Il a donné à l'analyse :

Matière	0,2498
Acide carbonique	0,5976
Eau	0,1729

ou, en centièmes,

		Théorie pour $C^{10}H^{14}O^{3}$.
C	65,25	65,93
H	7,69	7,69

» Comme ce dernier, il exerce sur la lumière polarisée une action insensible.

» Étant chauffé avec de la potasse, il se transforme en un acide ayant le pouvoir rotatoire dextrogyre et dont les cristaux ressemblent non à ceux de l'acide isocamphorique, mais à ceux de l'acide droit, et qui fondent après trois cristallisations à 181°. Leur pouvoir rotatoire se rapproche de celui de l'acide droit, sans l'atteindre néanmoins, sans doute en raison de la présence d'une certaine quantité d'acide gauche qui y est encore contenue, ainsi que le prouve le point de fusion situé un peu trop bas.

» J'ai constaté que l'anhydride camphorique dérivé de l'acide droit a des propriétés et une forme cristalline tout à fait pareilles. Traité par la potasse, il donne de l'acide camphorique droit fondant à 188°.

» Je dois ajouter, en terminant, qu'il est à ma connaissance que M. Jungfleisch a repris depuis quelque temps ses recherches sur l'acide camphorique, qu'il a isolé une notable quantité de l'acide gauche de transformation et déterminé la courbe de solubilité de cet acide comparée avec celles de l'acide droit et de l'acide mésocamphorique. Arrêté par le désir de comparer l'acide gauche avec celui provenant de l'oxydation du camphre de matricaire, il a retardé la publication des résultats obtenus. Je regrette d'avoir été amené d'une façon bien imprévue dans son champ de travail, assuré que la suite de ses recherches l'aurait conduit aux mêmes conclusions auxquelles je suis arrivé. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre photographique de la grande nébuleuse d'Orion.* Note de M. **W. Huggins**.

« En 1882, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une photographie du spectre de la grande nébuleuse d'Orion, qui nous a fait connaître une raie lumineuse nouvelle dont la longueur d'onde est environ λ 3730.

» Deux photographies, prises en 1888 et en 1889, me permettent de déterminer de plus près la longueur d'onde de cette raie, et de décrire un certain nombre d'autres raies lumineuses qui se trouvent dans la région ultra-violette du spectre de cette nébuleuse. Ces photographies sont représentées dans un dessin que je présente en même temps que cette Note.

» Sur la photographie de 1882, prise avec une fente un peu ouverte, la raie forte s'est trouvée confondue avec les deux raies moins réfrangi-

bles, et, par conséquent, j'ai mesuré en 1882 le milieu de la large bande ainsi formée.

» La mesure de cette raie sur la photographie de 1888, prise avec une fente étroite, donne une longueur d'onde d'environ λ 3724.

» Sur le côté moins réfrangible de cette raie se trouvent deux raies d'environ λ 3752 et λ 3741, et en outre deux raies sur le côté plus réfrangible.

» On peut aussi distinguer sur la plaque les spectres continus de deux des petites étoiles du Trapèze. Dans ces spectres, on peut reconnaître au moins trois groupes de raies lumineuses, qui s'étendent plus ou moins dans la matière adjacente de la nébuleuse. Il paraît alors hors de doute que ces étoiles sont associées physiquement avec la matière de la nébuleuse.

» Il y a probablement encore deux groupes de raies très faibles, l'un plus réfrangible que G, et l'autre moins réfrangible que la raie λ 3724. Ces groupes n'ont pu être mesurés.

» Sur la photographie de 1889, lorsque la fente était placée un peu plus loin du Trapèze, la raie forte ne s'y est pas présentée, mais la paire de raies moins réfrangible s'y trouvait, et l'on peut encore reconnaître sur la plaque deux paires de raies, qui forment probablement avec la première paire une série de la même substance, dans la partie ultra-violette plus réfrangible, la dernière paire étant voisine de la limite des radiations transmises par notre atmosphère.

» La longue durée de mauvais temps pendant l'hiver de 1888-1889 ne m'a pas permis d'examiner à fond les circonstances dans lesquelles la raie forte et les groupes des étoiles disparaissent.

» Est-ce que cette raie et les groupes sont associés avec les étoiles et la matière voisine seulement, ou se trouvent-ils partout dans les régions plus condensées? Est-ce dans le spectre très simple de 1889 et celui des régions de la nébuleuse que la matière est le plus rare?

» Il paraît bien probable que ces nébuleuses, qui donnent un spectre de raies lumineuses, avec un spectre continu très faible qui est probablement formé en partie de raies lumineuses très voisines, sont au commencement, ou près du commencement du cycle de l'évolution céleste, tandis que les nébuleuses semblables à celle de la grande nébuleuse d'Andromède sont déjà arrivées à un étage d'évolution plus avancé. La photographie de cette nébuleuse par M. Roberts nous révèle un système planétaire dans lequel quelques planètes sont déjà formées, et la masse centrale condensée.

Table des longueurs d'onde des raies photographiques.

	λ environ
Raie forte dans la photographie de 1882 et 1888	3724
Photographie de 1888	3709 3699
Premier groupe sur les spectres des étoiles	4116 4123 4130 4142 4154 4167
Deuxième groupe »	3998 3988 3975 3959
Troisième groupe »	3896 3887 3878 3870 3859 3854 3848 3842 3832 3825
Photographie de 1888 et 1889. Première paire	3752 3741
Photographie de 1889. Deuxième paire	3285 3275
Raie	3060
Troisième paire	3053 3047

» Je réserve pour le présent l'explication chimique probable de ces raies nouvelles. »

CHIRURGIE. — *De la chirurgie conservatrice du pied et de l'ablation préalable de l'astragale dans les résections tibio-tarsiennes pour ostéo-arthrite suppurée.* Note de M. **Ollier**.

« Dans une Communication faite à l'Académie en 1882, j'exposais les résultats que j'avais obtenus par la chirurgie conservatrice de la main dans les ostéo-arthrites chroniques du poignet. Le même travail est encore à faire pour la chirurgie conservatrice du pied, car les divergences les plus grandes règnent toujours sur ce sujet parmi les chirurgiens les plus autorisés. Ne pouvant aborder cette vaste question dans ses détails, j'appellerai seulement l'attention de l'Académie sur les points de vue nouveaux auxquels doivent être envisagées les opérations destinées à éviter l'amputation du pied.

» La fréquence des récidives après les opérations conservatrices tentées sur le cou-de-pied, la difficulté d'amener à une guérison complète et définitive la plaie occasionnée par la résection de l'articulation tibio-tarsienne, atteinte de carie ou de tuberculose osseuse, ont semblé donner raison jusqu'ici aux opérateurs qui considéraient l'amputation du pied, dans cette articulation ou au-dessus des malléoles, comme le parti le plus sage et le plus rationnel.

» Cette opinion me paraît une erreur qui tient à l'imperfection des méthodes opératoires anciennes et à l'impossibilité de faire l'extirpation complète et radicale des tissus morbides quand on se sert des procédés classiques. Ce qui importe, dans les lésions à limites vagues et diffuses, et dans les parties accidentées et sinueuses occupées par des os multiples et des articulations nombreuses, c'est de pouvoir aborder tous les recoins de la région malade sans compromettre aucun des organes nécessaires à son fonctionnement ultérieur.

» La résection de l'articulation tibio-tarsienne dans les cas d'ostéo-arthrite suppurée (nous n'envisageons aujourd'hui que cette catégorie de lésions) a consisté principalement jusqu'ici dans l'ablation des extrémités tibio-péronières et accessoirement dans l'ablation ou l'excision de l'astragale. On enlevait d'abord les malléoles et le plateau tibial et l'on finissait par réséquer une tranche ou la totalité de l'astragale, selon qu'on le trouvait plus ou moins profondément altéré.

» Aujourd'hui nous agissons en sens inverse : nous enlevons d'abord

l'astragale et puis nous abrasons, nous évidons le plateau tibial et les malléoles, en conservant la forme de la mortaise tibiale; et, s'il le faut, nous enlevons complètement ces parties en déterminant un peu plus haut une nouvelle mortaise par une résection modelante.

» Nous commençons par où nos devanciers finissaient, et nous agissons ainsi dans un triple but :

» Nous enlevons d'abord l'astragale, qui est souvent le point de départ de l'affection et qui, dans les anciennes ostéo-arthrites, est toujours assez altéré pour faire craindre une récidive prochaine, si on le laisse dans la plaie.

» En second lieu, nous conservons le plus possible de la mortaise tibiale, afin d'avoir de meilleures conditions de solidité pour la néarthrose que nous voulons établir. Une simple abrasion ou un évidement de la face interne des malléoles et du plateau tibial permet de conserver la charpente extérieure du ginglyme futur.

» Et enfin, nous tenons avant tout à nous procurer, dès le commencement de l'opération, tout le jour nécessaire pour rechercher les altérations osseuses, et le plus d'espace possible pour fouiller avec sécurité les recoins les plus cachés. Grâce à l'espace libre que laisse l'ablation de l'astragale, nous voyons immédiatement dans quel sens nous devons diriger nos recherches et dans quelles limites nous pouvons agir.

» Nous procédons ainsi, même dans les cas où l'astragale ne paraît pas altéré dans toute son étendue. Au besoin de voir clair, nous sacrifions quelques parties qui peuvent être encore saines, sans doute, mais qui sont un obstacle à la recherche des tissus malades. Nous sacrifions un os dont le pied peut parfaitement se passer plutôt que les extrémités tibio-péronières qu'il est plus difficile de faire reconstituer dans de bonnes conditions, malgré la régénération des malléoles. Nous appliquons du reste le même principe aux autres réseetions du pied; lorsqu'il s'agit d'aller fouiller dans les articulations multiples ou anfractueuses du tarse, nous sacrifions volontiers un ou plusieurs de ces petits os lorsque leur présence empêche de bien voir ce qui se passe autour d'eux, et nous les sacrifions surtout lorsque leur ablation, loin d'être nuisible à l'intérêt orthopédique, ne fait que le favoriser. Dans la tarsectomie antérieure, par exemple, l'ablation des cinq os est en général préférable à l'ablation d'une des moitiés latérales de la masse tarsienne.

» Quand on considère la poulie astragalienne qui supporte seule le poids du corps, dans certains mouvements et attitudes, et qui est le centre

des mouvements du cou-de-pied, on se demande sans doute comment le pied pourra fonctionner après l'ablation de cet os; mais, sans compter les faits anciens d'ablation de l'astragale luxé, l'expérimentation et surtout les résultats cliniques que nous avons obtenus nous ont depuis longtemps rassuré à cet égard.

» Bien que l'astragale ne puisse pas se reproduire avec sa forme et sa structure primitives, une néarthrose solide et mobile se reconstitue grâce à la production *in situ* d'une masse ostéo-fibreuse qui comble l'espace intertibio-calcanéen. Cet espace diminue immédiatement, du reste, par le rapprochement du tibia et du calcanéum. Ce dernier os remonte et vient s'emboîter dans les saillies malléolaires qui dans l'avenir assureront sa fixité latérale. Le membre perd de ce chef 2^{cm} environ en hauteur, mais il recouvre toute sa solidité et finit par récupérer à la longue toute la mobilité nécessaire pour un bon fonctionnement, si les conditions anatomiques des os intéressés et des tissus périphériques sont favorables à l'établissement d'une néarthrose. Quelques cas se sont terminés par ankylose, toute la surface cartilagineuse ayant été détruite et les ossifications périostiques ayant envahi les tissus conjonctifs voisins. Le traitement post-opératoire est ici, d'ailleurs, de la plus grande importance pour diriger le processus de reconstitution de l'articulation et empêcher la soudure des os, tout en maintenant l'exactitude de leurs rapports pendant les premières semaines qui suivent l'opération.

» La conservation de tous les tendons péri-articulaires et de tous les ligaments des articulations intéressées est indispensable pour obtenir la reconstitution d'une articulation sur le type physiologique de l'articulation enlevée. Quand on a appliqué rigoureusement à l'ablation de l'astragale les règles fondamentales de la méthode sous-périostée, le pied a peu de tendance à se déplacer; il est maintenu en équilibre par la résistance de tous les liens périphériques qu'on a su conserver.

» C'est depuis dix ans environ que nous avons envisagé de cette manière la résection tibio-tarsienne, et nous pouvons aujourd'hui invoquer en sa faveur, non pas quelques faits isolés et récents, mais les résultats de quarante-trois opérations portant soit sur l'astragale seul, soit sur l'astragale et le calcanéum à la fois, soit sur ces deux os et les autres os du tarse auxquels ils sont unis en avant. Le temps n'a fait que consolider, et nous devons ajouter améliorer les résultats que nous avions obtenus. Nous avions été peu satisfait au début de l'ablation simultanée de l'astragale et du calcanéum; aussi, en faisant connaître nos premiers résultats, avions-nous émis les plus grandes réserves sur la valeur de cette opération. Cinq

de nos opérés, que nous avons retrouvés récemment, nous ont montré que nos réserves étaient exagérées, et une jeune femme, opérée de l'ablation du calcanéum en 1882 et de l'ablation de l'astragale en 1883, est capable aujourd'hui de faire une marche de 30^{km} sans soutien et sans chaussure spéciale. Un jeune homme, qui a subi la même opération en 1884, a fait, il y a quelques mois, 73^{km} en trois jours.

» Mais, si les résultats de l'ablation simultanée de l'astragale et du calcanéum nous ont laissé longtemps indécis sur la valeur de cette opération, ceux de l'ablation simple de l'astragale avec abrasion de la mortaise tibio-péronière ou de la face supérieure du calcanéum ont été plus rapidement démonstratifs, et les photographies que je dépose sur le bureau de l'Académie prouveront mieux que toutes les descriptions combien peu le pied ainsi opéré est modifié dans sa forme et ses proportions.

» Il faut donc ne pas se hâter de pratiquer l'amputation du pied dans les ostéo-arthrites suppurées du cou-de-pied et des autres articulations tarsiennes. Quoique entourées de plus d'obstacles qu'au membre supérieur, les opérations conservatrices réussiront tout aussi bien dans les ostéopathies du pied, toutes les fois qu'on les appliquera dans les conditions locales et générales propres à favoriser leur succès. Ce sont des opérations applicables surtout aux jeunes sujets, jusqu'à l'âge de 25 à 30 ans, lorsqu'il s'agit de ces ostéo-arthrites spontanées que nous rapportons aujourd'hui à la tuberculose. Il n'y a pas de règle absolue à cet égard; mais plus tard l'amputation est, d'une manière générale, préférable chez les tuberculeux, et il ne faut pas hésiter à y recourir s'ils sont menacés d'infection générale ou déjà atteints d'un commencement d'altération viscérale.

» En résumé, l'ablation de l'astragale suivie de l'abrasion ou de la résection des articulations limitantes permet de conserver le pied avec sa forme à peu près normale et son aptitude fonctionnelle pour l'exercice d'une vie active. Ces résultats nous paraissent dus au changement dans l'idée directrice et la technique de la résection tibio-tarsienne. L'ablation de l'astragale permet de conserver plus complètement les extrémités tibiale et péronière, qui sont les parties les plus essentielles pour la solidité du pied, et surtout elle crée une voie large pour explorer le champ opératoire et découvrir les germes morbides qui nous échappaient autrefois. D'autre part, le perfectionnement de la technique opératoire permet de faire les ablations osseuses les plus complexes et les plus étendues sans sacrifier aucun des organes (tendon, muscle, nerf, ligament) qui seront utiles pour la reconstitution du pied sur son type primitif. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une auto-intoxication d'origine rénale, avec élévation de la température et dyspnée.* Note de M. **R. Lépine.**

« On sait qu'un chien bien portant, à qui on a lié aseptiquement les deux uretères, succombe, en trois jours environ, avec un abaissement de la température centrale et quelques troubles gastro-intestinaux. Si, au lieu de se borner à interrompre la perméabilité des uretères, on introduit dans leur intérieur une canule communiquant avec un réservoir renfermant de l'eau stérilisée, à laquelle on a ajouté du chlorure de sodium dans la proportion de 0,7 pour 100, et suffisamment élevé pour que l'écoulement de l'urine ne puisse avoir lieu, et qu'au contraire une petite quantité de la solution saline pénètre dans les reins (ce dont on est informé par l'abaissement du liquide dans le réservoir); dans ces conditions, dis-je, différentes, comme on voit, de celles qui sont créées par la ligature des uretères, on assiste à un tableau symptomatique bien différent :

» Le chien ne vomit pas et n'a pas de diarrhée, mais il écume; puis sa température centrale et périphérique s'élève progressivement et, à peu près en même temps, la respiration revêt un type *expirateur,* spécial; elle se ralentit d'abord, puis s'accélère beaucoup et devient très bruyante; parfois il y a de petits soubresauts des pattes. Cependant la température centrale continue à s'élever et l'animal, en peu d'heures, succombe avec une température qui varie de 40° C. à 42° C. Alors qu'elle a commencé à monter à un chiffre élevé, on ne peut guère empêcher la terminaison finale, même en se hâtant de laisser couler l'urine.

» On ne peut admettre que les accidents soient dus à la simple pénétration de l'eau, car on peut infuser dans les veines d'un chien une quantité d'eau salée stérilisée beaucoup plus considérable sans provoquer de fièvre ni de trouble bien sensible. Mais on comprend que, pénétrant par les voies urinaires et lavant, en quelque sorte, le rein, avant d'entrer dans la circulation, elle se charge des sucs interstitiels de l'organe et acquière ainsi une action thermogène, dyspnéogène, etc. Cette action topique des sucs interstitiels du rein est prouvée par l'expérience suivante.

» J'ai sacrifié un chien sain par hémorrhagie; j'ai aussitôt broyé ses reins dans de l'eau stérilisée et, après filtration, injecté le liquide tiède dans les veines d'un chien un peu plus petit. Au bout de quatre heures, la température centrale s'était élevée à 40°,1 et il était survenu de l'oppres-

sion, de l'écume et de l'agitation, c'est-à-dire des symptômes semblables à ceux des chiens soumis à une contrepression urinaire.

» Ainsi le rein sain renferme des principes thermogène, dyspnéogène [1], etc. »

CORRESPONDANCE.

M. F. **Trappes**, exécuteur testamentaire de Mme la baronne Jules Cloquet, informe l'Académie qu'il lui fera remettre prochainement le buste en marbre de M. *Jules Cloquet*, que M. Jules Cloquet a légué à l'Institut par son testament.

PHYSIQUE. — *Sur l'étude de la dilatation linéaire des corps solides aux températures élevées*. Note de M. **Pionchon**.

« Je me propose d'étudier aux températures élevées la dilatation des corps solides, en opérant sur de très petites masses.

» Les fours à gaz permettent d'obtenir aisément un champ calorifique d'une intensité aussi grande que l'on veut, jusqu'à la limite de résistance des appareils. Un pyromètre électrique, constitué, soit par un couple thermo-électrique dont on observera la force électromotrice, soit par un fil de platine dont on mesurera la résistance, est tout indiqué pour déterminer la température dans la petite région du champ calorifique que l'on doit utiliser. D'ailleurs ce champ calorifique peut être produit à l'intérieur d'une enceinte réfractaire, close, où l'on pourra faire le vide.

» La dilatation du fragment soumis à l'expérience se mesurera par la méthode optique fondée sur l'observation de franges d'interférences analogues aux anneaux de Newton. On sait quel bel usage en a fait M. Fizeau pour lever la restriction qui, avant lui, avait tenus écartés des études de dilatation un nombre considérable de corps (et justement les plus intéressants : les cristaux), parce que leurs petites dimensions ne permettaient pas l'application de méthodes ordinaires.

---

[1] J'admets volontiers l'existence de plusieurs principes toxiques, l'un thermogène, l'autre dyspnéogène, etc., parce que, dans les nombreuses expériences que j'ai faites, j'ai vu tantôt l'hyperthermie et tantôt l'oppression entrer la première en scène, ou prédominer pendant tout le cours des accidents.

» Pour appliquer aux températures élevées cette méthode optique, parfaite tant au point de vue de la précision que de la généralité, j'ai cherché à réduire le plus possible les dimensions de l'appareil producteur des franges. Au-dessus d'un miroir plan constitué par une lame de quartz de 3^{mm} environ d'épaisseur, une lentille plan convexe, également en quartz, est soutenue de façon que les différents points de sa surface plane, tournée vers le miroir, soient à des distances extrêmement peu différentes du miroir. Le support de la lentille est constitué par le fragment même du corps que l'on veut étudier. A cet effet, ce fragment a la forme d'une bague cylindrique d'environ 2^{cm} de diamètre. Un faisceau de lumière monochromatique étant dirigé normalement sur la lentille, on aperçoit, en plaçant l'œil en un point convenable du faisceau réfléchi, une série de franges à l'intérieur d'un champ lumineux circulaire limité par la bague. J'ai pu, sans difficulté, préparer moi-même des bagues métalliques à bases suffisamment planes et parallèles pour obtenir des franges même lorsque la hauteur de ces bagues atteignait 1^{cm}. Le diamètre de la lentille n'est que de $2^{cm},5$; la somme des épaisseurs des trois objets superposés : miroir, bague, lentille, ne dépasse pas $1^{cm},5$; le tout n'occupe donc qu'un espace de 4^{cc} ou 5^{cc}. On voit qu'il n'est guère possible de souhaiter un appareil de dimensions plus réduites.

» Lorsque la température du système varie, la hauteur de la bague, c'est-à-dire la distance de la face plane de la lentille au miroir varie et les franges se déplacent. De ce déplacement on déduit la variation de l'épaisseur de la lame d'air où se produisent les franges, c'est-à-dire la dilatation en hauteur de la bague, à l'aide de la formule

$$n\Delta e + e\Delta n = f\frac{\lambda}{2} \quad [1].$$

» L'étude d'une bague étant faite, on peut se dispenser de donner aux échantillons des autres substances la même forme, ce qui serait, dans certains cas, difficile ou même impossible. Il suffit de placer à l'intérieur de la première bague, conservée comme support de la lentille, un disque à face supérieure réfléchissante taillé dans la substance à étudier et ayant une hauteur un peu inférieure à celle de la bague. Les franges se produisent

---

[1] e désigne l'épaisseur initiale, n l'indice de réfraction de l'air, f le nombre de franges déplacées, λ la longueur d'onde de la lumière employée. Pour la lumière de la lampe à alcool salé que l'on emploie habituellement, $\lambda = 0^{mm},0005888$.

alors entre la lentille et ce disque, et l'effet observé lorsque la température varie est dû à la différence des dilatations de la bague et du disque.

» Avant d'appliquer le procédé que je viens de décrire à des mesures aux températures élevées, je devais naturellement l'éprouver en l'appliquant à retrouver les résultats obtenus dans l'intervalle de 0° à 100° par d'autres observateurs et, en particulier, par M. Fizeau.

» Le Tableau suivant résume deux de ces expériences d'essai, qui ont porté sur le quartz et sur le fer :

							Coefficient moyen de dilatation. $\bar{\alpha}_{55,65}$	
I.	e.	t.	T.	$\frac{t+T}{2}$.	$-e\Delta n$.	f.	observé.	calculé d'après les nombres de M. Fizeau (1).
Quartz perpendiculaire à l'axe (en forme de bague).......	5mm,111	13°,66	97°,25	55°,65	0,00032194	10,6	0,0000080577	0,0000081267
							$\alpha_{55,20}$	
II.							observé.	calculé (2).
Fer doux du Berry (en forme de bague)................	5mm,135	13°,125	97°,3	55°,20	0,00032633	17	0,000012333	0,000012381

» Ces résultats montrent d'abord que, à l'aide du dispositif simple que j'ai indiqué, les expériences de M. Fizeau peuvent être reproduites avec la plus grande facilité. Ils m'ont paru assez satisfaisants pour m'engager à tenter par ce moyen l'étude de la dilatation linéaire des corps solides, amorphes et cristallisés, aux températures élevées.

» Le fer et le quartz sont les premiers corps que je compte examiner, en raison des changements d'état qu'ils éprouvent, ainsi que l'ont indiqué les recherches calorimétriques dont j'ai rendu compte dans de précédentes Communications (3). Ces deux substances, d'ailleurs, ne sont vraisemblablement pas les seules qui montreront de semblables particularités, et l'étude générale des diverses propriétés des corps solides jusqu'aux températures élevées fournira probablement bon nombre de résultats intéressants, en retour des efforts qu'elle aura coûtés. »

---

(1) Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1885, p. 716.

(2) *Ibid.*, p. 714.

(3) Voir *Comptes rendus* du 21 juin 1886 et du 7 mai 1888.

OPTIQUE. — *Sur la mesure directe du retard qui se produit par la réflexion des ondes lumineuses.* Note de M. **A. Potier**, présentée par M. A. Cornu.

« Lorsqu'on examine au spectroscope la lumière réfléchie par une lame mince transparente d'épaisseur e, on observe que le spectre est sillonné de bandes noires ou cannelures; celles-ci correspondent aux radiations qui sont détruites par l'interférence due aux réflexions sur les deux faces de la lame, c'est-à-dire à celles dont la longueur d'onde est une partie aliquote de la double épaisseur $2e$ de la lame, dans le cas où les deux faces de la lame sont en contact avec le même milieu; de sorte que le nombre des cannelures vues dans le spectre entre deux raies déterminées du spectre solaire est donné par la formule

$$N = 2e\left(\frac{1}{\lambda_a} - \frac{1}{\lambda'_a}\right),$$

si λ_a et λ'_a sont les longueurs d'onde, dans la lame, des radiations correspondant à ces raies.

» La même règle s'applique encore quand les deux faces de la lame sont en contact avec des milieux *transparents* différents quelconques; mais elle n'est plus applicable si l'une des faces est argentée ou recouverte d'une substance douée d'un pouvoir absorbant énergique, comme la fuchsine. Si l'on fait tomber, en effet, normalement sur une lame de verre mince, dont la face *postérieure* est partiellement recouverte de fuchsine, un faisceau de lumière, et qu'on projette sur la fente d'un spectroscope une image de lame mince, de manière que la fente reçoive dans sa partie inférieure la lumière réfléchie par la fuchsine, et dans sa partie supérieure la lumière réfléchie par l'air, le spectre observé est divisé en deux portions, inégalement brillantes, séparées par une ligne horizontale.

» Les cannelures, normales à cette ligne de séparation, ne sont pas sur le prolongement les unes des autres dans les deux parties du champ, et de plus leur rejet varie suivant la région du spectre examinée.

» Dans la région violette, ce rejet est nul : les cannelures dans les deux spectres correspondent aux mêmes radiations, et il en est encore ainsi dans le spectre ultra-violet, ainsi qu'on peut le reconnaître sur des photographies qui ont été étendues jusque vers la raie U du spectre solaire; dans le spectre visible, les cannelures observées dans la partie du spectre corres-

pondant à la fuchsine sont en retard sur celles de l'autre spectre; et le rejet croît d'une manière continue depuis le violet jusqu'au rouge, où il atteint la moitié de l'intervalle de deux cannelures; les cannelures sur la fuchsine sont toujours rejetées du côté du violet, de sorte que leur nombre dans le spectre visible tout entier est supérieur d'une demi-unité aux nombres des cannelures que produit la lame dans l'air. L'interprétation de ce phénomène est évidente : les rayons réfléchis par la fuchsine sont en retard sur les rayons réfléchis par l'air, et ce retard varie de zéro pour les rayons violets à une demi-période pour les rayons rouges. En opérant avec une lame assez mince de crown, j'ai trouvé, pour ces retards exprimés en fraction de période :

Raies				
D.	E.	*b*.	F.	G.
0,41	0,30	0,25	0,18	0

» On se procure facilement des lames de mica plus minces; en polarisant la lumière dans le plan de la section principale, on évite la complication produite par la double réfraction du mica; les résultats sont les mêmes, dans leur ensemble, mais les valeurs du retard sont un peu plus faibles.

» Mais si l'on emploie une lame mince d'un indice plus élevé, les variations du retard avec la longueur d'onde suivent une autre loi, ce qui pouvait être prévu, d'après les recherches de MM. Lundquist, Christianssen et E. Wiedemann, sur l'indice de réfraction de la fuchsine; la réflexion, qui change de signe avec une lame de crown dont l'indice est intermédiaire entre ceux de la fuchsine pour le rouge et le violet, doit se trouver de même signe aux deux extrémités du spectre pour une lame de flint très réfringent (indice 1,96), dont l'indice est supérieur pour ces deux couleurs à celui de la fuchsine; en répétant, en effet, les mêmes expériences sur une lame très mince, on voit le retard croître depuis le violet jusque dans le vert, où il atteint 0,34, le maximum étant situé à égale distance entre les raies D et E; il décroît ensuite pour retomber à zéro dans le voisinage de la raie C.

» L'allure de ces retards est bien conforme à celle que l'on déduit de la relation

$$\operatorname{tang} 2\pi\varphi = \frac{2 n_0 g}{n^2 + g^2 - n_0^2},$$

qui lie le retard φ à l'indice n_0 du milieu transparent dans lequel a lieu la

réflexion, à l'indice n du milieu opaque réfléchissant, et au coefficient d'extinction g, défini comme le dénominateur de la fraction de longueur d'onde que la lumière doit franchir dans ce milieu pour que l'intensité lumineuse soit réduite dans le rapport de $e^{4\pi}$ ou 268 000 à l'unité.

» On déduirait de là, par comparaison avec les indices mesurés, des valeurs de g supérieures à l'unité pour les rayons verts; et cet énorme pouvoir extincteur, comparable à celui des métaux, peut encore se mettre en évidence en étudiant la lumière transmise par une couche mince de fuchsine, appliquée sur une lame de verre; à cause de la transparence de la substance pour les rayons rouges, on peut appliquer sans crainte d'erreur les méthodes ordinaires à la détermination de l'épaisseur de la couche, en observant en lumière rouge les anneaux produits entre la lame en partie recouverte de fuchsine et une autre lame plane; on vérifie ainsi qu'une couche, dont l'épaisseur est de l'ordre des centièmes de longueur d'onde, absorbe et réfléchit énergiquement les rayons jaunes et verts.

» En résumé, ces expériences, applicables à toutes les substances susceptibles de former sur une lame mince transparente un enduit adhérent, constituent une méthode permettant la mesure directe du retard qui se produit par la réflexion des ondes lumineuses sur leur surface.

» Les méthodes usitées jusqu'ici ne fournissent que la différence de marche qu'éprouvent les deux composantes vibratoires parallèle et perpendiculaire au plan d'incidence. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'influence du magnétisme terrestre sur la polarisation atmosphérique.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« On admettait depuis Arago que le plan de polarisation de la lumière, envoyée par l'atmosphère dans une direction quelconque, passait toujours par le centre du Soleil. Dans un Mémoire ([1]), publié il y a plusieurs années, j'ai montré : 1° que, par un ciel sans nuages, le plan de polarisation ne coïncide pas généralement avec le plan théorique (plan du Soleil), et que l'angle des deux plans varie périodiquement dans le cours d'une journée; 2° que le plan de polarisation et le plan du Soleil doivent coïncider quand ce dernier est vertical; mais qu'à ce moment, si l'on vise une région voisine de l'horizon et du méridien magnétique, le plan de polarisation est dévié d'un petit angle dans le sens qui correspond à la rotation du plan

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIX; 1880.

de polarisation d'un rayon lumineux traversant une colonne d'air soumise à l'influence magnétique de la Terre.

» Les considérations qui suivent rendent compte non seulement du sens, mais encore de la grandeur de la rotation et montrent comment cette manifestation du magnétisme terrestre se rattache aux questions les plus intéressantes de la Physique du globe.

» Considérons tous les points de l'atmosphère qui envoient par diffusion de la lumière dans la même direction, et qui, par le fait de la réfraction atmosphérique, sont répartis sur une trajectoire courbe différant peu d'une droite; au moment où le plan du Soleil est vertical, tous ces points devraient envoyer de la lumière polarisée dans le même plan vertical. Sous l'influence du magnétisme terrestre, le plan de polarisation sera, dans chaque couche d'air, dévié d'un petit angle de l'Ouest à l'Est en passant par le zénith. Soient, pour une tranche d'air infiniment mince, ρ la densité, $d\sigma$ un élément de trajectoire du rayon lumineux, i l'angle de cet élément avec la direction de la force totale F, α_λ la rotation magnétique absolue de l'air à la densité ρ_0 pour des rayons de longueur d'onde λ; la rotation du plan de polarisation dans cette tranche est $d\omega = \alpha_\lambda \mathrm{F} \cos i \frac{\rho}{\rho_0} d\sigma$; posant $\frac{\rho}{\rho_0} = \eta$, l'expression de la rotation totale depuis la distance σ sera

$$\omega_\lambda = \alpha_\lambda \mathrm{F} \int_0^\sigma \eta \cos i \, d\sigma.$$

Comme le rapport η tend vers zéro lorsque l'altitude augmente, la valeur de ω pour des valeurs croissantes de σ tend rapidement vers une constante; les plans de polarisation se rapprochent très vite de la déviation limite, de sorte que tous les points situés au delà d'une certaine distance envoient à l'observateur de la lumière polarisée dans des plans qui diffèrent les uns des autres d'un angle inappréciable. Pour calculer cette rotation limite, substituons à la trajectoire courbe une droite qui en diffère très peu, et à la variable σ la distance rectiligne x. Comme η est nul à la limite de l'atmosphère, on peut étendre jusqu'à ∞ la limite de l'intégration, et l'expression de la rotation maximum devient $\omega_\lambda = \alpha_\lambda \mathrm{F} \cos i \int_0^\infty \eta \, dx$.

» Les hypothèses qui servent au calcul des réfractions astronomiques permettent de déterminer η en fonction de x et donnent toutes des résultats presque identiques. Supposons d'abord la température de l'air uniformément égale à 0°; si l'on néglige le rapport pratiquement très petit de l'altitude h au rayon R de la Terre, la formule barométrique de Laplace

donne $\eta_0 = e^{-\frac{h}{l}}$ avec $l = 7^{km},993$. Admettons que les couches d'air d'égale densité soient concentriques à la Terre, la distance x comptée sur une droite dont la distance zénithale en z, jusqu'à la couche d'altitude h, est donnée au même degré d'approximation que ci-dessus par la relation $h = \frac{x^2}{2R} + x\cos z$. Posant alors $\frac{h}{l} = ax^2 + bx$, $\frac{b}{2\sqrt{a}} = Z$, $x\sqrt{a} + Z = y$, on a

$$\omega_\lambda = \alpha_\lambda F \cos i \int_0^\infty e^{(ax^2+bx)}\,dx = \frac{\alpha_\lambda F \cos i}{\sqrt{a}} e^{Z^2} \int_Z^\infty e^{-y^2}\,dy = \frac{\alpha_\lambda F \cos i}{\sqrt{a}} \psi(Z).$$

Les longueurs sont exprimées en kilomètres; les valeurs de $\psi(Z)$ peuvent se calculer au moyen des Tables connues, par exemple celles de M. Radau.

» Pour l'horizon, dans le méridien magnétique, et avec les rayons jaunes D, on aurait $\alpha_D = 0',690$, $F\cos I = 0,195$, $R = 6371^{km}$, $\psi(0) = \frac{1}{2}\sqrt{\pi}$; d'où $\omega = 38'$. Le nombre ainsi calculé est un peu faible; car, en raison de la diminution de la température lorsque l'altitude augmente, la densité est, en chaque point, plus grande que ne le suppose la formule précédente. Les diverses hypothèses sur la variation de la température avec l'altitude conduisent à des résultats très peu différents les uns des autres. Posons, par exemple, $\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t_0} = e^{-0,02h}$, relation qui, dans le voisinage de $h = 0$, donne une variation de $1°$ par 180^m d'altitude; on a $\eta = \eta_0 \frac{1+\alpha t_0}{1+\alpha t} = e^{-0,84\frac{h}{l}}$ et

$$\omega_\lambda = 162,212\,\alpha_\lambda \cos i\,\psi(19,946 \cos z).$$

» Le Tableau suivant donne, en regard des rotations observées, les valeurs de ω calculées par la formule précédente, pour les longueurs d'onde correspondant aux raies D, F et G du spectre solaire. Les distances zénithales apparentes ont été, comme première approximation, corrigées de la moitié de la correction due à la réfraction.

Dates des observations.	Localités.	Directions.	Distances zénithales		Rotations			
					observées, lumière bleue du ciel.	calculées		
			apparentes.	z.		ω_D.	ω_F.	ω_G.
»	»	Horizon-mag.	»	90°	»	41',6	61',1	77',8
30 sept. 1880..	Châtillon-s.-Loing	Nord-magnét.	87.35	87.43	25	19,5	28,6	36,5
4 sept. 1879..	Id.	Nord	86.27	86.33	24	13,9	20,4	26,0
17 mars 1882..	Paris	Nord-magnét.	86.17	86.23	23	13,9	20,4	26,0
12 août 1879..	La Jacqueminière	Sud	85.20	85.25	22	15,3	22,5	28,6

» On voit que les rotations observées s'écartent peu des nombres calculés pour la raie F. D'autres séries d'observations faites dans des conditions atmosphériques moins favorables, et dont les résultats n'ont pas été rapportés ici, conduisent aux mêmes conclusions.

» Le plan du maximum de polarisation, tel que le donne l'observation, doit être compris entre le plan vertical et la direction limite calculée plus haut; la position de ce plan dépend de la manière dont l'intensité de la lumière diffusée varie avec l'altitude de la région où se produit la diffusion. Représentons par $f(x)$ l'intensité de la lumière diffusée à la distance x; soit $dj = f(x)\,dx$ la quantité de lumière envoyée par la tranche dx et correspondant à des plans de polarisation répartis dans le petit secteur $d\omega$. La position du maximum dépendra de la variation du rapport $\frac{dj}{d\omega} = \frac{1}{\alpha_\lambda F \cos i}\frac{f(x)}{\eta}$.

» On a cherché à expliquer la couleur bleue du ciel par une diffusion, soit sur l'air lui-même, soit sur des poussières. Dans la première hypothèse $f(x)$ serait proportionnel à η, l'intensité de la polarisation serait constante dans tout le secteur ω, et l'observation donnerait un angle voisin de $\frac{\omega}{2}$. Les expériences ne paraissent pas favorables à cette conclusion. Au contraire, des observations diverses sur les phénomènes lumineux de l'atmosphère permettent de penser qu'il existe dans les couches supérieures des particules très ténues indépendantes de l'air, et auxquelles on pourrait attribuer la couleur bleue du ciel. Quelle que soit, du reste, la cause de cette couleur, les observations du bleu à de grandes altitudes, et la comparaison de l'éclat du ciel au zénith et à l'horizon, conduisent à admettre que $f(x)$ varie avec l'altitude moins vite que η, et cela suffit à expliquer pourquoi, par un ciel pur, le plan de polarisation observé se confond presque avec la direction limite. La fonction $f(x)$ varie avec les différents états de l'atmosphère; les résultats rapportés plus haut ont été obtenus par des journées où l'air avait une grande transparence.

» En résumé, les considérations qui précèdent démontrent que la rotation observée est due à l'influence du magnétisme terrestre sur l'atmosphère, comme je l'avais annoncé au moment où je l'ai observée pour la première fois, et elles appellent sur des questions importantes de la physique du globe de nouvelles recherches dont je poursuis l'étude en ce moment. »

MAGNÉTISME. — *Nécessité d'une correction d'humidité dans certaines installations de magnétomètre*. Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« Les mesures faites à l'observatoire de Lyon, en vue de déterminer les valeurs absolues des éléments du magnétisme terrestre, nous ont conduit à reconnaître que l'humidité relative de la salle avait une influence notable sur les indications du bifilaire enregistreur de notre magnétomètre.

» Pour le montrer, nous donnons, dans le Tableau ci-dessous, quelques-unes des valeurs H_0 du repère du bifilaire obtenues en retranchant de la composante horizontale mesurée H l'ordonnée correspondante de la courbe corrigée du terme relatif à la variation de la température $0,00055\,H(t-10)$.

	$0,00055\,H(t-10)$.	H_0.	e.	$0,00014\,H(e-84)$.	H'_0.
4 janvier.....	—0,00051	0,20782	45	—0,00113	0,20669
4 »	—0,00051	0,20790	44	—0,00116	0,20674
23 »	—0,00074	0,20771	49	—0,00102	0,20669
25 »	—0,00071	0,20721	65	—0,00055	0,20666
30 »	—0,00060	0,20673	84	—0,00000	0,20673
31 »	—0,00058	0,20661	88	+0,00012	0,20673
6 février.....	—0,00063	0,20713	67	—0,00049	0,20664
8 »	—0,00064	0,20717	68	—0,00047	0,20670
8 »	—0,00062	0,20708	70	—0,00041	0,20667

» La comparaison des nombres H_0 avec l'état hygrométrique e de la salle montre que H_0, ainsi déterminé, présente de fortes variations dont la relation avec l'humidité relative est évidente.

» Cet effet de l'humidité se produit sur la soie qui forme la suspension bifilaire du barreau; elle s'allonge quand l'état hygrométrique augmente, la force de tension diminue, la composante horizontale apparente augmente, l'ordonnée de la courbe augmente aussi et H_0 diminue.

» Admettons que l'allongement soit sensiblement proportionnel à la variation d'humidité, entre les humidités 40 et 85, et désignons par b le coefficient *moyen* d'allongement pour $\frac{1}{100}$ d'humidité; la correction à faire à la valeur de H_0 pour en déduire le repère H'_0 ramené à une humidité constante ε sera représentée par $b\,H(e-\varepsilon)$.

» Les valeurs de cette correction et de H'_0 sont inscrites dans les cin-

quième et sixième colonnes du Tableau précédent; on voit que la concordance des H'_0 est satisfaisante, et que, pour notre appareil, la correction d'humidité devient parfois plus grande que celle de température.

» Le coefficient b peut être obtenu soit par la discussion des observations (pour notre appareil, on trouve ainsi 0,00016), soit par des déterminations directes; entre les humidités relatives 40 et 85, ce dernier procédé nous a donné le nombre 0,00014, au moyen duquel nous avons calculé le terme $0,00014\,H(e-84)$ du Tableau précédent.

» Pour déterminer directement la valeur de b, nous avons employé un hygromètre de Saussure, à graduation arbitraire en parties égales, dans lequel nous avons remplacé le cheveu par un fil de soie pris sur la même bobine que celui du bifilaire; ce fil a été tendu par un poids peu différent de celui qu'il supporte dans l'appareil magnétique. La comparaison de cet hygromètre à soie et d'un hygromètre à plusieurs cheveux de Salleron, bien réglé, a permis de calculer le coefficient d'allongement de la soie. Entre les humidités 30 et 100, sa valeur moyenne a été trouvée de 0,000142.

» Cette sensibilité hygrométrique n'est pas, d'ailleurs, un fait particulier à la soie de notre bifilaire. Pour nous en assurer, nous avons étudié, par le même procédé, une série d'autres fils provenant soit de la condition des soies de Lyon (nos 1, 2, 3 du Tableau ci-dessous), soit des ateliers de M. Carpentier (nos 4 à 7). Entre les humidités 30 et 100, nous avons trouvé les coefficients moyens suivants, auxquels nous ajoutons celui obtenu pour le cheveu primitif de l'hygromètre :

N° 1.....	0,000159	N° 4.....	0,000155	N° 7.....	0,000155
N° 2.....	0,000167	N° 5.....	0,000180	Cheveu..	0,000173
N° 3.....	0,000148	N° 6.....	0,000190		

» Il faut d'ailleurs noter que les fils de soie ne prennent pas, dès le début de leur mise en expérience, la marche à peu près régulière qu'ils ont ensuite, et que, lorsque ce fonctionnement normal est obtenu, leur allongement n'est pas, en réalité, proportionnel à la variation d'humidité relative; nous avons trouvé, par exemple, pour le fil de notre bifilaire, les coefficients suivants :

Humidité de	30 à 40....	0,00025	Humidité de 70 à 80...	0,00011
»	40 à 50....	0,00018	» 80 à 90...	0,00011
»	50 à 60....	0,00016	» 90 à 100...	0,00006
»	60 à 70....	0,00012		

qu'on peut cependant considérer comme constants à partir de l'humidité 60.

» Cette circonstance permet d'expliquer la corrélation que l'on a cru constater quelquefois entre les variations du magnétisme et celles des éléments météorologiques, en particulier de la direction du vent; elle rend compte également de la différence qui se manifeste entre les valeurs obtenues pour le coefficient de température suivant que l'on échauffe l'aimant seul ou la salle d'expériences.

» On doit donc s'assurer que les magnétomètres bifilaires ne sont soumis qu'à de très faibles variations d'humidité relative ou tenir compte de ces variations. Dans ce cas, il serait avantageux de placer, à côté du bifilaire, un hygromètre construit avec la même soie que la suspension du barreau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'étude de la conductibilité électrique des dissolutions salines, appliquée aux problèmes de mécanique chimique. — Sels acides;* par M. **P. Chroustchoff.**

« M. Bouty a décrit une méthode électrométrique pour mesurer la conductibilité électrique des liquides; cette méthode étant, comme ce savant l'a démontré, d'une extrême sensibilité, se prête particulièrement à l'étude de bien des problèmes de statique chimique. Voici les résultats que j'ai obtenus dans cette voie intéressante.

» Le Tableau ci-joint contient le résumé des principales mesures de la *conductibilité électrique des dissolutions aqueuses, ne contenant qu'un seul sel.* Les nombres indiquent, conformément à la notation de M. Bouty, les *conductibilités relatives*, rapportées à la conductibilité d'une dissolution de chlorure de potassium de même concentration. Chaque nombre représente la moyenne d'au moins trois mesures complètes. Les nombres qui se rapportent à $MgCl^2$ et NaI ne sont pas définitifs, les dissolutions de ces deux sels ayant été moins exactement faites.

Dissolutions à un équivalent (*un équivalent* = 1^{lit}).

Nom du sel.	Température.	Conductibilité Chr.	Conductibilité Kohlr.	Nom du sel.	Température.	Conductibilité Chr.	Conductibilité Kohlr.
KCl............	»	1,0000	»	$\frac{1}{2}MgCl^2$.........	26°,8	0,6370	»
$\frac{1}{2}MgCl^2$.........	18°,4	0,6254	»	$\frac{1}{2}SrCl^2$..........	18,4	0,6917	»

Nom du sel.	Tempé-rature.	Conductibilité.	
		Chr.	Kohlr.
$\frac{1}{2}BaCl^2$	22°,5	0,7181	0,7131
$\frac{1}{2}ZnCl^2$	20,4	0,5649	0,5638
$\frac{1}{2}CuCl^2$	22,3	0,5798	»
NaBr	18,0	0,7636	»
KBr	18,0	1,0327	»
NaI	19,3	0,8372	»
KI	18,6	1,0524	1,0527
$\frac{1}{2}K^2SO^4$	20,0	0,7123	0,7309
$\frac{1}{2}K^2SO^4$	23,1	0,7158	»
$\frac{1}{2}KHSO^4$	20,8	0,8229	»
$\frac{1}{2}MgSO^4$	18,2	0,2921	0,2943
»	23,6	0,2972	»
$\frac{1}{2}ZnSO^4$	19,5	0,2627	0,2698
$\frac{1}{2}CuSO^4$	18,4	0,2605	0,2621
»	25,4	0,2610	»
$\frac{1}{2}CdSO^4$	17,8	0,2404	0,2406
$\frac{1}{2}CdSO^4$	20°,0	0,2403	(Grotrian.) »
KNO^3	21,8	0,8258	0,8278
$\frac{1}{2}SrN^2O^6$	18,4	0,5314	»
»	25,3	0,5404	»
$\frac{1}{2}K^2CrO^4$	20,9	0,8012	»
CH^3COONa	19,2	0,4300	»
CH^3COOK	18,8	0,6477	0,6479
$\frac{1}{2}[CH^3COO]^2Zn$	19,6	0,1513	»
$\frac{1}{2}[CH^3COO]^2Pb$	19,4	0,0682	»
$\frac{1}{2}C^4H^4Na^2O^6$	18,9	0,3947	»
HCl	21,1	2,9953	3,0294
HNO^3	18,4	2,9577	3,0151
$\frac{1}{2}H^2SO^4$	21,1	1,9458	1,9796
$\frac{1}{2}C^2O^4H^2$	21,2	0,5858	»
$\frac{1}{2}C^4O^6H^6$	18,2	0,0726	»
CH^3COOH	18,6	0,0137	»

Dissolutions à un demi-équivalent (*un équivalent* = 2^{lit}).

Nom du sel.	Tempé-rature.	Chr.	Kohlr.
$\frac{1}{4}ZnCl^2$	21,15	0,6609	»
$\frac{1}{4}CuCl^2$	20,4	0,6522	»
$\frac{1}{4}BaCl^2$	21,0	0,7643	»
$\frac{1}{4}Na^2SO^4$	22,7	0,5834	»
»	23,8	0,5835	»
$\frac{1}{4}K^2SO^4$	21,2	0,7590	»
$\frac{1}{4}MgSO^4$	22,4	0,3524	»
$\frac{1}{4}K^2CrO^4$	21,3	0,8305	»
$\frac{1}{2}CH^3COONa$	19,4	0,4927	»
$\frac{1}{4}[CH^3COO]^2Zn$	19,6	0,2224	»
$\frac{1}{4}[CH^3COO]^2Pb$	19,6	0,1014	»
$\frac{1}{4}[CH^3COO]^2Cu$	18,8	0,1057	»
$\frac{1}{2}HCl$	18,8	3,1585	3,1486
$\frac{1}{4}H^2SO^4$	18,8	1,9708	1,9816

Dissolutions à un quart d'équivalent (*un équivalent* = 4^{lit}).

Nom du sel.	Tempé-rature.	Chr.	Kohlr.
$\frac{1}{8}ZnCl^2$	21,0	0,7044	»
$\frac{1}{8}[CH^3COO]^2Pb$	20,0	0,1381	»

» Les résultats de M. Kohlrausch (1885), mis en regard des miens, se rapportent à 18° environ.

» Le Tableau suivant donne le résumé des mesures exécutées sur la conductibilité des mélanges de sels avec les acides correspondants. Je n'y donne que des cas où la somme des équivalents dissous formait un équivalent par litre; dans un cas seulement, la dissolution ne contenait qu'un demi-équivalent du mélange par litre. La conductibilité *moyenne* est la moyenne des conductibilités des sels séparés, prises à des températures très rapprochées de celle du mélange.

Nom du sel.	Température.	Observations.	Moyenne.
$\frac{1}{2}[\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4]$	19°,9	1,0338	1,3291
$\frac{1}{3}[\frac{1}{2}K^2SO^4 + H^2SO^4]$	20,4	1,2978	1,5346
$\frac{1}{6}[\frac{5}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4]$	20,1	0,7608	0,9179
$\frac{1}{11}[\frac{10}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4]$	20,8	0,7324	0,8244
$\frac{1}{2}[\frac{1}{2}MgSO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4]$	21,2	0,9040	1,1190
$\frac{1}{11}[\frac{10}{2}MgSO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4]$	17,8	0,3824	0,4424
$\frac{1}{2}\left[\frac{C^4H^4Na^2O^6}{2} + \frac{C^4H^6O^6}{2}\right]$	20,4	0,2087	0,2337
$\frac{1}{4}[\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4]$	19,7	1,1126	1,3649

» On peut tirer de ces données numériques quelques conclusions intéressantes, en profitant des observations bien connues de M. Berthelot sur la chaleur de réaction de K^2SO^4 avec H^2SO^4 en proportions variables. La chaleur de réaction a dans ce cas un maximum pour un nombre de molécules de sulfate de potasse indéfiniment croissant; nombre dont on approche très sensiblement avec le système $\frac{1}{2}10K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4 = -2200^{Cal}$. Si l'on admet alors une réaction

$$10K^2SO^4 + H^2SO^4 = 2KHSO^4 + 9K^2SO^4,$$

c'est-à-dire une formation intégrale du sel acide $KHSO^4$, ce qui est très voisin de la réalité, il devient aisé de trouver la conductibilité x du sel $KHSO^4$, dans l'état qu'il se constitue en présence de la quantité d'eau qui le dissout. En effet

$$2x + 9.0,7123 = 11.0,7324,$$

d'où l'on tire $x = 0,8229$ à 20°,8; c'est ce nombre que j'ai inscrit dans le premier tableau. En acceptant cette conductibilité calculée, on peut l'introduire dans celle des différents mélanges de K^2SO^4 et de H^2SO^4, dont on peut calculer alors *la conductibilité théorique*, en partant de la composition des liqueurs indiquée par les observations thermochimiques. La coïncidence de ces nombres calculés, avec les données de l'observation directe, apporte une nouvelle preuve à l'appui des conclusions de la Thermochimie.

Nom du sel.	Observation.	Moyenne.	Calculée.
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	1,0338	1,3291	1,0456
$\frac{1}{3}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + H^2SO^4)$	1,2978	1,5346	1,2917
$\frac{1}{6}(\frac{5}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	0,7608	0,9179	0,7661
$\frac{1}{11}(\frac{10}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	0,7324	0,8244	[0,7324]

» Le nombre entre parenthèses a servi de base pour le calcul. On voit que, par la combinaison des données électriques avec les données thermiques, on arrive à une méthode très simple qui permet de suivre la marche de la décomposition du sel acide en dissolution et par laquelle on parvient à se faire une idée complète de l'état des corps en dissolution, et cela plus directement que ne l'avait essayé de faire M. Bouty dans son Mémoire de 1888. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'air sur le carbonate de manganèse. Cette action peut-elle donner naissance à quelques-uns des bioxydes de manganèse naturels?* Note de M. **A. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« L'hypothèse qui attribue la formation d'un certain nombre de minerais de manganèse à l'altération du carbonate manganeux a été émise, en 1882, par M. Boussingault ([1]), et en 1885 par M. Dieulafait ([2]).

» M. Boussingault, dans ses conclusions au sujet de l'action que l'air libre ou dissous exerce sur le carbonate de manganèse en diverses circonstances, après expulsion de l'acide carbonique qui le tenait en dissolution, ne fixe pas la nature du suroxyde formé; d'après ce savant, le résultat de cette oxydation serait du bioxyde ou du sesquioxyde.

» M. Dieulafait est plus affirmatif; il admet que le terme ultime de l'oxydation du carbonate de manganèse opérée par l'air, au sein des eaux naturelles et sans obstacles, est le bioxyde de manganèse.

» Amené par la suite de mes travaux à l'examen des produits d'oxydation auxquels peut donner naissance l'action de l'air sur le carbonate manganeux, je me suis proposé de rechercher jusqu'à quel point les résultats de l'expérience étaient de nature à appuyer les suppositions de M. Boussingault ou les conclusions plus explicites de M. Dieulafait.

» Le carbonate naturel, la diallogite, est très difficilement altérable : ce minéral conservé, sous forme de petits grains, pendant trois années au sein de l'eau aérée, n'avait encore éprouvé aucune altération.

» Le même sel obtenu en précipitant un excès de sel de manganèse par les carbonates alcalins, amorphe au moment de sa production et cristallisé quelques heures après, peut rester cinq mois exposé au contact de l'eau

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, p. 289.

([2]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 676.

aérée sans dégager la moindre trace de chlore au contact de l'acide chlorhydrique; laissé pendant le même temps dans l'eau fréquemment amenée à la température de 100°, il a absorbé $\frac{1}{1000}$ de son poids d'oxygène. Le carbonate cristallisé, déposé lentement à froid ou rapidement à chaud de la dissolution dans l'eau saturée d'acide carbonique, est aussi difficilement oxydable que le précédent.

» L'action oxydante de l'air a été beaucoup plus importante sur le carbonate précipité conservé pendant dix années au sein de l'eau aérée. Après ce temps, on a trouvé le tiers du carbonate décomposé, et l'analyse a prouvé que le suroxyde mélangé au sel inaltéré contenait 10,5 pour 100 d'oxygène, c'est-à-dire sensiblement la proportion (10,10) exigée par le manganite MnO^2MnO.

» Enfin, deux échantillons, conservés secs au contact de l'air et renfermant en 1881, abstraction faite de leur eau de combinaison : l'un, $\frac{80}{100}$ de CO^2MnO et $\frac{20}{100}$ de MnO^2MnO; l'autre, $\frac{70}{100}$ de CO^2MnO et $\frac{30}{100}$ de MnO^2MnO, ne contenaient plus, huit ans après, que $\frac{33}{100}$ et $\frac{11}{100}$ de carbonate ; les suroxydes produits renfermaient 10,30 et 10,20 pour 100 d'oxygène.

» On a ensuite soumis à l'action de l'air des suroxydes hydratés présentant exactement la composition du manganite MnO^2MnO, et obtenu en combinant directement un équivalent de bioxyde de manganèse hydraté avec un équivalent de protoxyde.

» L'expérience, commencée en décembre 1888, a prouvé qu'après cinq mois d'exposition à l'air ces manganites secs ou tenus en suspension dans l'eau n'avaient pas absorbé d'oxygène à la température ordinaire.

» La conclusion à tirer des faits précédents paraît donc être que le carbonate manganeux au contact de l'air ou de l'eau aérée, à la température ordinaire, ne peut produire de suroxyde supérieur au composé MnO^2MnO. Cette conclusion se trouve confirmée par les résultats auxquels on est amené lorsqu'on étudie l'action des mêmes agents oxydants sur le protoxyde de manganèse hydraté et sur les suroxydes de manganèse supérieurs au manganite monobasique.

» Je crois avoir prouvé dans une publication antérieure [1] que le protoxyde de manganèse, au contact de l'eau aérée froide ou chaude, produit le manganite saturé $MnO^2, 2MnO$; j'ai constaté plus tard [2] que ce manganite était susceptible d'absorber lentement l'oxygène de l'air ; mais que

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 177.
[2] *Bulletin de la Société chimique*, mai 1889.

cette absorption, même après douze années, ne dépassait pas celle qu'exige la formation du manganite MnO^2MnO.

» Quant aux suroxydes renfermant plus d'oxygène que ce dernier composé, l'expérience, faite sur plusieurs échantillons renfermant de 15,40 à 17 centièmes d'oxygène en sus du protoxyde, a prouvé que leur richesse en oxygène n'avait pas augmenté après dix années d'exposition à l'air ou dans l'eau aérée.

» Je terminerai en résumant les nombreuses expériences que j'ai faites pour connaître l'influence qu'exerce la chaleur sur le carbonate de manganèse et sur les oxydes inférieurs au bioxyde.

» Le carbonate manganeux chauffé au contact de l'air dans une étuve à eau bouillante s'y décompose lentement; après deux cent cinquante heures il en reste encore les $\frac{2}{3}$ inaltérés et, contrairement à ce qui arrive à la température ordinaire, le suroxyde formé est déjà beaucoup plus riche en oxygène que le manganite MnO^2MnO.

» Si l'on effectue l'oxydation du carbonate vers 200°, elle s'opère beaucoup plus rapidement; après trente heures, tout le sel est décomposé et transformé en un suroxyde hydraté renfermant, supposé anhydre, $\frac{92}{100}$ d'acide manganeux.

» Enfin plusieurs suroxydes contenant, en sus du protoxyde, 10,10 (MnO^2MnO), 15,43, 16,30 centièmes d'oxygène, exposés à l'air à 100° se sont oxydés lentement et de plus en plus; le premier, par exemple, après soixante heures, renfermait 12,2 pour 100 d'oxygène; 13,30 après cent trente heures et 13,70 en deux cent soixante heures.

» On le voit donc, si rien, au point de vue expérimental, n'autorise à admettre que le carbonate de manganèse puisse produire des oxydes supérieurs au manganite MnO^2MnO à la température ordinaire, tout porte au contraire à penser que, sous l'influence d'une chaleur ménagée, le carbonate solide peut donner naissance à des suroxydes dont la richesse en oxygène se rapproche de celle du bioxyde, si même elle ne l'atteint pas.

» La conclusion de ce travail, en ce qui concerne les suroxydes naturels, me paraît être la suivante :

» L'expérience semblant démontrer qu'à la température ordinaire le carbonate ou le protoxyde de manganèse ne peuvent absorber, au contact de l'air ou de l'eau aérée, une quantité d'oxygène supérieure à celle que contient le composé MnO^2MnO, il ne sera permis d'admettre que, dans la nature, le carbonate de manganèse, déposé de ses dissolutions carboniques, puisse donner naissance à des dépôts de bioxyde de manganèse que lorsque

l'on aura fourni à l'appui de cette hypothèse des analyses de dépôts résultant certainement de la décomposition du carbonate manganeux. Je n'ai encore vu citer aucune analyse de ce genre dans les publications scientifiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure platinique*. Note de M. L. **Pigeon**, présentée par M. Troost.

« Le chlorure platinique n'a été préparé jusqu'ici qu'en combinaison avec l'acide chlorhydrique, avec les chlorures métalliques ou avec l'eau, et toutes les fois qu'on a cherché à chasser l'eau ou l'acide chlorhydrique on a obtenu seulement le chlorure platineux. Je me suis proposé de fixer les conditions de stabilité du chlorure platinique et j'ai réussi à le préparer anhydre de la manière suivante.

» I. 1^{gr} de platine, en mousse très divisée, est mélangé avec un peu moins de son poids de sélénium ($Pt = 194,83$, $Se^2 = 158,1$). Le mélange est placé dans un tube de verre épais qu'on emplit de chlorure d'arsenic jusqu'au tiers. On fait arriver au fond du tube un courant rapide de chlore sec et l'on chauffe progressivement, au bain d'huile, jusqu'à l'ébullition du liquide. L'attaque est rapide et complète : le sélénium disparaît le premier, puis le platine, et le liquide, d'abord jaune paille, prend une couleur orangée; une demi-heure suffit pour rendre l'attaque totale. On laisse alors refroidir le tube, en y maintenant le courant de chlore, puis on le scelle et on le porte pendant plusieurs heures dans un bain d'huile chauffé à 250°.

» Le tube contient, après refroidissement, au fond d'un liquide jaune clair, une matière cristalline jaune orangé, mélangée de quelques cristaux incolores si le sélénium est en excès. La matière étant séparée du dissolvant par décantation, on chasse les dernières traces de chlorure d'arsenic en la chauffant à 100° dans le vide. Le corps orangé obtenu est une combinaison cristallisée de chlorure platinique et de chlorure sélénique, soluble à chaud dans le chlorure d'arsenic. La matière sèche est mise dans une nacelle; on l'introduit dans un tube parcouru par un courant de chlore sec et que l'on chauffe graduellement jusqu'à 360°; on maintient cette température pendant plusieurs heures.

» A partir de 200° environ, du chlorure sélénique se sublime et il reste dans la nacelle, après refroidissement, le chlorure platinique. Si l'on fait

cette opération, non plus à 360°, mais à 440°, le chlorure platinique est décomposé, et la nacelle contient du chlorure platineux presque pur, *insoluble dans l'acide chlorhydrique :*

		Calculé.
Platine	71,28	73,32
Chlore	28,53	26,68

» Le chlorure platinique est une poudre brune, attirant assez rapidement l'humidité de l'air, et qui se dissout dans l'eau sans résidu en donnant une liqueur orangée. Cette dissolution donne, avec les chlorures de potassium et d'ammonium, les précipités caractéristiques de chloroplatinates.

» L'analyse a été faite en réduisant par l'hydrogène; le chlore, recueilli dans une dissolution de potasse, a été pesé à l'état de chlorure d'argent :

			Trouvé.	
		Calculé.	I.	II.
Pt	194,83	57,87	57,53	57,87
Cl^4	141,81	42,13	41,79	»
$PtCl^4$	336,64	100,00	99,32	

» Si l'on soumet à l'action du chlore au sein du chlorure d'arsenic bouillant, non plus le mélange de platine et de sélénium, mais le séléniure $PtSe^2$, formé par union directe des éléments, réaction qui, on le sait depuis Berzélius, est accompagnée d'incandescence, on trouve que cette combinaison résiste d'une façon très nette à l'attaque en tubes scellés. Elle résiste aussi à l'action d'un courant de chlore sec, même à 300°.

» II. Si, dans les expériences précédentes, on supprime le sélénium, l'attaque du platine par le chlore dans le chlorure d'arsenic à l'ébullition fournit encore du chlorure platinique, mais elle est très incomplète. Le tube où j'ai fait cette réaction, réchauffé à 250° en même temps que l'un des tubes renfermant du sélénium, contenait une poudre brune. Débarrassée de chlorure d'arsenic, cette poudre se dissout dans l'eau et donne une liqueur orangée d'où l'on peut précipiter, par addition de chlorure de potassium ou d'ammonium, des chloroplatinates. Mais un tiers environ du platine reste libre; on le retrouve à l'état métallique au fond de la liqueur. Si l'on a produit dans un tube, en l'absence du sélénium, l'attaque incomplète dont je parle, l'addition de sélénium à ce moment suffit pour que le chlore, amené dans le tube, termine l'attaque commencée.

» III. Restait à étudier l'action du chlore sur le platine seul. Les faits an-

térieurement connus ne permettaient pas de résoudre directement la question, et quelques-uns paraissaient même en contradiction avec la formation possible du chlorure platinique au-dessous de 360°.

» J'ai observé que le platine divisé était attaqué par le chlore à 360°, mais la réaction était incomplète : 100 parties de métal, après quatre heures, ont fixé seulement 7,58 de chlore, au lieu de 36,39 que nécessite la formation de chlorure platineux, et de 72,79 qu'exige celle du chlorure platinique. Mais en reprenant par l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, la matière s'est dissoute en partie, et 84,79 de métal se sont séparés. La liqueur jaune orangé contenait du chlorure platinique, car elle précipitait par le chlorhydrate d'ammoniaque; après dépôt du précipité, elle présentait la couleur rose caractéristique des chloroplatinites.

» Il est donc manifeste que, dans les conditions où je me suis placé, du chlorure platinique a pris naissance; quant à la présence simultanée des deux chlorures, elle peut être diversement expliquée, et mes expériences sont jusqu'ici insuffisantes pour décider s'il s'est formé un chlorure intermédiaire décomposable par l'eau, ou si la présence du chlorure platineux doit être attribuée à la dessiccation imparfaite du chlore, quelque trace d'humidité, qu'il est difficile d'éviter dans une expérience de longue durée, suffisant peut-être pour produire la décomposition du chlorure platinique, comme on l'observe lorsqu'on cherche à déshydrater son hydrate. Il reste là un point que je chercherai à éclaircir.

» IV. En résumé, le chlorure platinique $PtCl^4$ est stable au moins jusqu'à 360°; il peut se former par l'action directe du chlore sur le platine; mais, comme il n'est pas volatil dans ces conditions, l'attaque est forcément incomplète; au sein du chlorure d'arsenic, qui ne le dissout que fort peu, même quand on opère en tubes scellés, l'attaque est encore restreinte; elle devient totale en présence du chlorure de sélénium, grâce à la formation d'une combinaison soluble à chaud dans le chlorure d'arsenic. — La présence du sélénium rend aussi rapide et complète l'attaque de plusieurs métaux de la mine de platine, palladium, iridium et ruthénium; il se forme avec ces métaux, comme avec le platine, des combinaisons cristallisées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons du bioxyde d'azote et de l'hypoazotide avec des chlorures anhydres.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« 1° Le bioxyde d'azote réagit directement, avec grand dégagement de chaleur, sur le pentachlorure d'antimoine anhydre $SbCl^5$ et donne un corps cristallin jaune dont la composition répond à la formule $2SbCl^5, AzO^2$. Ce corps est décomposable par l'eau avec dégagement de bioxyde d'azote toujours mêlé d'hypoazotide. Sous l'action de la chaleur, une portion du corps se volatilise et le reste se décompose en laissant de l'oxyde SbO^4. On obtient ce corps, très bien cristallisé, en le maintenant plusieurs heures à 100° en tube scellé.

» Le bioxyde d'azote donne aussi des combinaisons directes avec le chlorure de bismuth anhydre $BiCl^3$, avec le sesquichlorure de fer anhydre Fe^2Cl^3 et avec le sesquichlorure d'aluminium anhydre Al^2Cl^3. Tous ces corps sont jaunes, s'obtiennent cristallisés en tube scellé et sont décomposables par l'eau.

» 2° L'hypoazotide AzO^4 se combine directement, en dégageant beaucoup de chaleur, avec le pentachlorure d'antimoine anhydre $SbCl^5$ et donne un corps solide jaune clair dont la composition correspond à la formule $3SbCl^5, 2AzO^4$. Ce corps est décomposable par l'eau avec mise en liberté d'hypoazotide et d'un peu de bioxyde d'azote; il se volatilise, en se décomposant partiellement, sous l'influence de la chaleur. Il s'obtient cristallisé en le maintenant plusieurs heures à 100° en tube scellé.

» L'hypoazotide donne aussi des combinaisons directes avec le trichlorure d'antimoine anhydre $SbCl^3$, avec le chlorure de bismuth anhydre $BiCl^3$, avec le sesquichlorure de fer anhydre Fe^2Cl^3, avec le sesquichlorure d'aluminium anhydre Al^2Cl^3. Tous ces corps sont décomposables par l'eau et sont beaucoup moins stables sous l'action de la chaleur que les composés correspondants du bioxyde d'azote. Une faible élévation de température les transforme en oxydes. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité des sels. Réponse à M.* Le Chatelier. Note de M. **H.-W. Bakhuis Roozeboom**, présentée par M. Friedel.

« M. Le Chatelier s'étant efforcé ([1]) de maintenir ses vues sur l'impossibilité d'une tangente verticale à la courbe de solubilité du $CaCl^2, 6H^2O$, je veux revenir une dernière fois sur cette question.

» Le savant auteur calcule, d'après mes expériences, les coefficients angulaires des tangentes. J'avoue que ces coefficients sont encore loin de passer par $\pm\infty$ pour les derniers points des deux branches de la courbe qui ont été déterminés au voisinage du point de fusion.

» Cependant on n'a pas le droit d'en conclure que ces deux branches se rencontreront dans ce point sous angle vif. Il se peut aussi bien que les deux branches, dans l'intervalle qui sépare encore les derniers points du point de fusion, changent assez rapidement de direction pour fournir à 30°, 2 une courbe continue.

» Je crois devoir choisir cette interprétation, parce que les coefficients angulaires, pour la branche qui a la plus grande étendue, s'accroissent déjà considérablement pour la partie connue.

t.	$\frac{ds}{dt}$.	t.	$\frac{ds}{dt}$.
0°	0,5	26°,5	2,4
10	0,7	28,4	3,6
20	1,5	29,2	7,0
25	1,7	±29,8	9,5

» La détermination d'autres points, dans une proximité encore plus grande du point de fusion, n'est pas possible avec un degré d'exactitude qui permettrait de décider la question expérimentalement.

» J'aurais pu m'appuyer encore sur l'exemple de l'hydrate $HBr, 2H^2O$ qui fait voir, d'une manière beaucoup plus concluante que le $CaCl^2, 6H^2O$, deux branches qui forment une courbe continue de solubilité. Mais, au lieu d'invoquer cet argument d'analogie, j'avais préféré, dans ma première réponse ([2]), déduire l'argument définitif, pour l'existence de la tangente ver-

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 801; 15 avril 1889.

([2]) *Ibid.*, t. CVIII, p. 744; 8 avril 1889.

ticale, de la formule thermodynamique que j'avais communiquée, et qui se trouvait d'accord ([1]) avec la branche de la courbe pour laquelle les chaleurs de dissolution étaient connues.

» M. Le Chatelier croit affaiblir cette preuve, en remarquant que ma formule néglige la différence de volume entre $CaCl^2, xH^2O$ liquide et $CaCl^2, 6H^2O$ solide, par rapport au volume de $(x - c)$ molécules de vapeur d'eau. J'avais pourtant considéré déjà cette circonstance dans un Mémoire antérieur, lorsque j'ai appliqué les formules thermodynamiques aux hydrates de gaz. J'avais démontré alors ([2]) qu'elle n'a d'autre influence que de déplacer un peu le point de la courbe où se trouve la tangente verticale.

» La valeur de $\frac{dp}{dt}$ $\left(\text{et de même la valeur de } \frac{ds}{dt}\right)$ ne devient en réalité pas infinie au point de fusion $(x = c)$, mais pour une valeur de x un peu plus grande. Cependant la différence est trop petite pour pouvoir être observée.

» Il y avait encore d'autres suppositions, faites dans l'établissement de la formule, telles que le droit d'appliquer les lois de Boyle et Gay-Lussac à la vapeur d'eau qui est au-dessus de la dissolution saturée, et la non-volatilité du sel. Mais toutes ces suppositions, quoique inévitables lorsque l'on veut obtenir une formule se prêtant au calcul, et quoiqu'elles n'influencent que légèrement son exactitude, peuvent être mises de côté. On peut déduire immédiatement de la deuxième loi de la Thermodynamique, sans aucune formule spéciale, que la valeur de $\frac{dp}{dt}$, et par conséquent celle de $\frac{ds}{dt}$, doit devenir infinie au moment où une transformation s'accomplit sans changement de volume : ce qui a lieu dans le système de $CaCl^2, 6H^2O$, dissolution et vapeur dans la proximité du point de fusion de l'hydrate.

» Si M. Le Chatelier croit donc déduire l'impossibilité de la tangente verticale de quelques autres lois générales, je ne vois d'autre alternative possible : ou cette déduction est inexacte, ou ces lois sont en opposition avec la deuxième loi de la Thermodynamique.

» M. Le Chatelier s'attend encore à ce que je me rallierai à l'opinion qu'à tout changement brusque dans la nature du dissolvant correspondra un changement brusque dans l'allure de la courbe de la solubilité. Si l'au-

---

([1]) *Rec. Trav. chim. Pays-Bas*, t. VIII, p. 130.
([2]) *Ibid.*, t. V, p. 340 et 356.

teur entend par changement brusque de la nature du liquide l'addition d'un corps nouveau [ce qu'il a considéré dans sa première Note ([1])], la conclusion est si évidente, que personne n'y fera objection. Cependant un tel changement n'est pas en discussion.

» S'il veut, au contraire, admettre un tel changement dans le cas des liquides composés de $CaCl^2$ et de H^2O, simplement en faisant varier le rapport des deux corps constituants au delà de 1:6, je crois cette assertion en pleine contradiction avec tout ce que nous savons sur la continuité des propriétés des dissolutions.

» Dans ce cas, une discontinuité ne peut se produire que s'il y a formation de deux couches liquides non miscibles, ce qui n'est pas le cas avec le chlorure de calcium et l'eau, et ce qui semble un phénomène assez rare avec les solutions aqueuses d'autres sels.

» Du reste, une telle discontinuité a été déjà observée par moi-même dans l'étude des hydrates de SO^2, Cl^2, Br^2, HCl et HBr ([2]), et j'ai signalé alors les changements brusques dans les conditions d'équilibre qui en résultent, tout comme par l'apparition d'un nouvel hydrate solide de ces mêmes corps. Ce sont ces deux catégories de phénomènes qui m'ont conduit, indépendamment de M. Le Chatelier, à prédire la conduite générale des sels, surtout les changements brusques aux points de transformation des hydrates solides ([3]). »

CHIMIE. — *Sur la solubilité des sels. Nouvelle réponse à M.* Roozeboom. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Friedel.

« M. Roozeboom a bien voulu me donner communication de la réponse qu'il fait aujourd'hui à ma dernière Note. N'ayant pas l'intention de continuer cette discussion, je tiens pourtant à dire que mon silence n'implique nullement l'abandon d'aucune des idées que j'ai défendues. Malgré le désir que m'exprime ce savant d'arriver à nous mettre d'accord, je crois devoir renoncer à cet espoir, en raison de la divergence des points de vue qui nous servent de points de départ. M. Roozeboom croit à la certitude des raisonnements mathématiques, à la rigueur des déductions de la

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 566.
([2]) Voir *Rec.*, t. III, IV et V.
([3]) *Ibid.*, t. V, p. 406-407.

Thermodynamique; je ne puis accorder la même confiance à des sciences dans lesquelles on n'arrive qu'exceptionnellement à ne pas faire de raisonnements faux quand on veut les appliquer aux phénomènes naturels. J'ai montré que M. Roozeboom avait négligé comme infiniment petit un infiniment grand; cela ne changerait rien, paraît-il, aux conclusions. J'ai retrouvé un second infiniment grand, également négligé. M. Roozeboom ne tient pas compte de l'influence de la variation des pressions sur la variation de solubilité; cette grandeur est si peu négligeable au point singulier qui fait l'objet du litige qu'elle y devient infinie. De telle sorte que l'on a

$$\frac{ds}{dt} = \infty - \infty,$$

ce qui ne renseigne pas sur la direction de la tangente. Je crois avoir ainsi montré que le calcul ne peut rien apprendre sur le point singulier en question. J'accorde à M. Roozeboom que l'expérience est également impuissante, puisque le changement rapide des directions signalé n'embrasserait qu'un intervalle de température très faible, peut-être pas plus de $\frac{1}{100}$ de degré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du borax sur les alcools polyatomiques.* Note de M. Aug. Lambert.

« M. Daniel Klein a le premier signalé la réaction fortement acide que prend la mannite quand on ajoute à sa solution concentrée une petite quantité d'acide borique ou d'un biborate. La glycérine, l'érythrite, la dextrose, la lévulose et la galactose se comportent comme la mannite, tandis que les polyglucosides et la quercite ne réagissent pas sur le borax (*Bulletin de la Société chimique* et *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1878).

» Après avoir vérifié l'exactitude de ces faits, j'ai expérimenté l'action du borax sur quelques autres alcools polyatomiques : j'ai reconnu que le glycol éthylénique, l'arabite, l'arabinose, la dulcite, la mannitane et probablement la sorbite sont capables de former, comme la mannite, des acides boro-conjugués, mais que l'inosite, de même que la quercite, ne devient pas acide au contact du borax.

» Il est à remarquer que la quercite et l'inosite ont, d'après M. Maquenne, une structure moléculaire toute différente de celle des autres alcools : leurs carbones forment une chaîne fermée, comme dans la série

aromatique, et ni l'un ni l'autre ne possède la fonction alcoolique primaire. Les autres alcools polyatomiques (et notamment la mannitane isomère de la quercite et les glucoses isomères de l'inosite) sont au moins une fois alcools primaires.

» On peut donc conclure de ces observations :

» 1° Que tous les alcools polyatomiques possédant la fonction primaire, et ceux-là seulement, se combinent à l'acide borique pour donner naissance à des acides conjugués énergiques, capables de décomposer les carbonates, mais se dissociant lorsqu'on étend leur solution;

2° Que les polyglucosides (saccharose, lactose, etc.) ne renferment pas de groupes alcooliques primaires, et qu'ils doivent, par conséquent, avoir une constitution moléculaire analogue à celle de l'inosite et de la quercite, c'est-à-dire que la chaîne de leurs carbones est probablement fermée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du borax sur les phénols polyatomiques.* Note de M. **Aug. Lambert.**

« Lorsqu'à une solution concentrée de pyrogallol on ajoute une petite quantité de borax, ce sel est décomposé : il se forme du monoborate de soude et un acide boro-conjugué capable de donner au tournesol la teinte pelure d'oignon et de décomposer les carbonates. Le pyrogallol agit donc sur le borax exactement comme le font la glycérine et les mannites.

» La pyrocatéchine, les gallates et les tannates alcalins prennent également une réaction acide au contact du biborate de soude; tandis que ce sel n'exerce pas d'action sensible sur l'orcine, la résorcine et l'hydroquinone. Il est probable qu'il existe une relation entre la constitution moléculaire des phénols et leur mode d'action sur le borax, mais on ne pourra l'établir qu'après de nombreuses expériences.

» Pour le moment, je ferai seulement remarquer que les phénols polyatomiques capables de former des acides boro-conjugués renferment tous deux groupes phénoliques contigus, c'est-à-dire appartiennent à l'orthosérie, tandis que ceux qui ne donnent pas de composés acides en présence du borax appartiennent aux séries méta ou para. Ainsi, parmi les trois dioxybenzols, la pyrocatéchine, ou orthodioxybenzol, réagit sur le borax, et non ses deux isomères, la résorcine et l'hydroquinone. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Étude sur la richesse en gluten du blé.* Note de MM. **E. Gatellier** et **L. L'Hote.**

« *Influence des variétés de blé sur leur richesse en gluten.* — Après les expériences de 1882 et 1883 sur l'influence de la richesse du sol en azote par rapport à la richesse en gluten d'un même blé, nous avons été amenés à rechercher la variation de teneur en azote des diverses espèces de blé.

» Nous avons tout d'abord analysé trois espèces de blé d'origine très différente : un blé d'Amérique, un deuxième blé récolté dans les environs de la Ferté-sous-Jouarre et un troisième provenant de Vitry-le-François.

» Voici les résultats, à l'état sec, pour 100 :

	Azote.	Gluten.
Blé d'Amérique	2,31	14,44
Blé de la Ferté-sous-Jouarre	1,98	12,37
Blé de Vitry-le-François	1,96	12,25

» Ces résultats indiquent que le blé d'Amérique est supérieur comme richesse en gluten aux blés français qui lui ont été comparés; mais ils ne donnent aucun renseignement, puisque nous ne connaissons pas dans quelles conditions avaient été récoltés ces blés et que nos expériences précédentes nous ont prouvé que la teneur en gluten d'un blé pouvait beaucoup dépendre des conditions de culture, des récoltes précédentes, des apports d'engrais, etc. Pour que l'influence de la richesse en gluten due à l'espèce soit dégagée, il est absolument nécessaire que toutes les autres conditions de culture soient les mêmes.

» Nous avons commencé par comparer deux espèces de blé différentes récoltées à Luzancy, absolument dans les mêmes conditions de sol, d'engrais et de récoltes précédentes, le victoria blanc et le blé de Bordeaux.

	Azote.	Gluten.
Blé Victoria	2,01	12,56
Blé de Bordeaux	1,94	12,12

» Il n'y a pas beaucoup de différence dans la quantité de gluten fournie par ces deux blés.

» Plus tard, en 1884, nous avons analysé différentes variétés de blé cultivées chez M. Antoine Petit, à Chaillouet, près de Meaux. Tous les blés

ont été faits le même jour, dans des conditions identiques, dans le même sol, après même récolte de betteraves. Les betteraves avaient reçu comme fumures 40000^{kg} de fumier et 40000^{kg} d'écumes de défécation à l'hectare; les blés ont tous reçu un engrais de 400^{kg} de phospho-guano Gallet-Lefebvre, à l'hectare.

» Les douze espèces de blé se sont bien comportées comme végétation jusqu'à la moisson; seul, le blé de Crépy était versé dans une certaine partie.

» Voici les chiffres obtenus comprenant le poids des récoltes et l'analyse du grain à l'état sec:

	Noms des espèces.	Rendement à l'hectare en quintaux.	Azote.	Gluten.
1°	Blé poulard d'Australie à épis barbus...	31,80	1,53	9,56
2°	» de mars de Brie..................	28,00	2,27	14,18
3°	» rouge d'Écosse..................	27,80	1,82	11,37
4°	» Dattel.........................	27,50	1,82	11,37
5°	» Guimel.........................	26,80	1,64	10,25
6°	» Chiddam blanc..................	25,60	1,82	11,37
7°	» Belotour Ka....................	25,35	1,70	10,62
8°	» Bergues........................	25,00	1,76	11,00
9°	» Victoria blanc.................	24,60	1,82	11,37
10°	» de Noë.........................	24,60	1,65	10,31
11°	» Roseau.........................	24,26	1,77	11,06
12°	» de Crépy.......................	20,55	1,92	12,00

» Ce tableau indique que la richesse en gluten du blé de mars est supérieure à celle des blés d'automne et que la différence entre les diverses espèces de blé d'automne pour la richesse en gluten est d'environ 2,50 pour 100, variant de 9,56 pour le moins riche jusqu'à 12,00 pour le plus riche.

» Il n'y a aucune relation entre le rendement d'une espèce et sa richesse. Ce n'est pas comme pour la betterave à sucre dont la richesse saccharine ne se concilie pas avec un poids élevé de récolte à l'hectare.

» Rien n'indique donc qu'il n'est pas possible d'obtenir à la fois le rendement en poids et la richesse en gluten ou blé. »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie et la position systématique des Epicarides de la famille des* Dajidæ. Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier.**

« Dans un travail antérieur nous avons, pour des raisons tirées de l'éthologie de ces animaux, considéré les *Dajidæ* comme un groupe intermédiaire entre les Cryptonisciens et les Bopyriens proprement dits, auxquels ils se relieraient par la famille des Phryxiens. Cette manière de voir se trouve aujourd'hui confirmée par les recherches anatomiques qu'il nous a été permis d'entreprendre sur quelques types de ce groupe encore si peu connu et si mal représenté dans les collections.

» Le Révérend A.-M. Norman a bien voulu nous envoyer un exemplaire de *Dajus mysidis* Krœyer recueilli à l'île Jan Mayen sur une *Mysis oculata* Fabr., pendant l'expédition austro-hongroise aux mers Arctiques ([1]). Il a soumis en outre à notre examen un *Aspidophryxus* parasite d'*Erythrops microphthalma* G.-O. Sars et dragué par G.-O. Sars lui-même sur la côte de Norvège.

» L'unique spécimen de *Dajus mysidis* figuré, mais non décrit par Krœyer, était une femelle jeune accompagnée d'un mâle au stade cryptoniscien. Les six femelles recueillies au Spitzberg pendant l'expédition hollandaise du *Willem Barents* et étudiées par Hoek étaient également immatures et l'une d'entre elles seulement portait un mâle à la deuxième forme larvaire. Buchholz seul a décrit, sous le nom de *Leptophryxus mysidis*, le mâle et la femelle adultes du *Dajus mysidis* Kr. ([2]). Mais sa description est très incomplète, surtout en ce qui concerne les antennes internes et les lames incubatrices.

» Celles-ci sont au nombre de cinq paires comme chez tous les Bopyriens, et la cinquième paire, qui a échappé à Gerstaecker, est la plus développée. C'est elle qui constitue la plus grande partie de la cavité incubatrice. Le corps, recourbé ventralement des deux côtés, participe aussi à la formation de cette cavité. En somme, la morphologie de la tête et du thorax diffère peu de celle des parties similaires des Phryxiens. Toutefois, les

---

([1]) Nous réservons le nom de *Dajus mysidis* Kr. pour le parasite de *Mysis oculata* et nous appelons *Dajus mixtus* le *Dajus* trouvé par G.-O. Sars à Vadsœ, sur *Mysis mixta* Lilljeb.

([2]) *Zweite deutsche Nordpolarfahrt in den Jahren* 1869 *u.* 1870. Bd. II, erste Abtheil. Leipzig, 1874, p. 287, Taf. II, *fig.* 2.

paires de pattes des sixième et septième segments thoraciques font complètement défaut, reproduisant ainsi une disposition embryonnaire transitoire chez les autres Bopyriens. De plus, les cinq premières paires sont très rapprochées à la partie antérieure de l'animal, où elles entourent l'ouverture de la chambre incubatrice. La métamérisation est très visible sur le milieu de la partie dorsale aussi bien dans la région abdominale que dans la région thoracique, où les anneaux vont en grandissant d'avant en arrière. Au pléon, la première paire de pattes est seule bien développée sous forme de lamelles biramées qui ferment de ce côté la chambre incubatrice. Les autres pléopodes sont rudimentaires, les lames pleurales nulles; il y a deux uropodes.

» Le mâle adulte présente le pléon caractéristique du mâle des *Phryxus* sans pléopodes ni uropodes. Mais les antennes et le rostre rappellent fortement la structure des embryons Cryptonisciens.

» L'étude du *Dajus* rend beaucoup plus facile celle de l'*Aspidophryxus*. L'*Aspidophryxus* qui nous a été confié par Norman avait été déterminé *A. peltatus* par G.-O. Sars. Mais l'*Aspidophryxus peltatus* type, décrit et figuré par Sars, est parasite de l'*Erythrops Goesi,* et ce que nous savions de la spécificité rigoureuse des Épicarides pour chaque hôte déterminé nous portait déjà à considérer le parasite de l'*Erythrops microphthalma* comme appartenant à une espèce distincte. La comparaison minutieuse de ce parasite avec les dessins si précis de G.-O. Sars nous paraît justifier cette supposition et nous appellerons *Aspidophryxus Sarsi* l'Epicaride de *Erythrops microphthalma*.

» Cette espèce nouvelle diffère de l'*Aspidophryxus peltatus :* 1° par la forme générale de la femelle moins élargie et plus élancée; 2° par le nombre et la disposition des œufs dans la chambre incubatrice.

» Tandis que chez *A. peltatus* les œufs sont disséminés en grand nombre et sans ordre dans la cavité incubatrice, ils sont chez l'*A. Sarsi* au nombre de 134, disposés en rangées concentriques régulières, chaque rangée comprenant respectivement 17, 17, 15, 10, 5 et 3 œufs dans une moitié du corps en allant du bord libre vers la ligne médiane. Ces œufs sont d'ailleurs plus gros que ceux de l'*A. peltatus*. En outre, l'animal est moins nettement segmenté. Chez le mâle, au contraire, les segments du pléon, quoique soudés entre eux, sont plus distincts que chez *A. peltatus*.

» Si l'on s'en rapportait exclusivement à la description et aux figures données par G.-O. Sars, il y aurait entre les deux espèces des différences bien plus considérables, et le genre *Aspidophryxus* semblerait très éloigné

du genre *Dajus*. L'absence complète de lamelles incubatrices chez la femelle (*laminæ incubatoriæ nullæ*) et l'existence de *six* paires de pattes thoraciques seulement chez le mâle constitueraient des caractères d'une haute importance dans ce groupe d'Épicarides. Mais nous avons constaté que ces caractères reposaient sur des erreurs d'observation. Les lamelles incubatrices existent *toutes* comme chez les *Dajus;* les quatre premières paires sont plus réduites, à cause du rapprochement des pattes thoraciques à la partie antérieure du corps. Elles n'ont, comme la première paire chez les autres Bopyriens, qu'un rôle accessoire dans la protection des œufs. Quant aux cinquièmes lamelles, elles sont représentées par une paire de lames étroites bordant la tranche libre des derniers somites thoraciques fortement agrandis : elles se terminent par des digitations à leur partie postérieure. Ces lames s'appliquent l'une contre l'autre exactement sur la ligne médiane et forment avec les replis latéraux ventraux des somites thoraciques la cavité incubatrice proprement dite.

» Le pléon présente aussi des réductions considérables par rapport à celui des *Dajus*. Il est complètement dépourvu d'appendices et constitue une petite cavité où se loge le mâle replié sur lui-même comme une larve de Scarabée et placé de profil.

» Ce mâle diffère peu de celui des *Dajus;* les anneaux du pléon sont plus nettement indiqués et il existe une paire d'uropodes bien développés. Quant aux pattes thoraciques, elles sont au nombre normal de *sept* paires, dont la première, plus petite, appartient à un anneau étroit soudé avec la tête, qui a échappé à G.-O. Sars. Le rostre proéminent et les antennes externes, très longues, rappellent de très près la forme des mêmes organes chez les Cryptonisciens. Le passage des *Dajidæ* aux Cryptonisciens peut être compris de la manière suivante. Pour le mâle, le développement s'est arrêté chez les Cryptonisciens à la deuxième forme larvaire, tandis qu'il y a eu chez les *Dajidæ* transformation en un mâle dégradé. Chez la femelle, la partie antérieure de la chambre incubatrice s'est rétrécie considérablement chez les Cryptonisciens, tandis qu'une cavité se formait aux dépens des replis latéraux et de la partie postérieure du corps; mais cette cavité ne peut être en aucune manière confondue, comme le veut Fraisse, avec la cavité cœlomatique. Les modifications profondes de la cavité incubatrice des Dajidæ et des Cryptonisciens seront étudiées en détail dans un Mémoire avec planches. Observons, en terminant, que l'*Erythrops microphthalma* parasité par *A. Sarsi* était une femelle dépourvue d'œufs, sans doute par castration parasitaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure et la métamorphose de la larve de la* Flustrella hispida (*Bryozoaire cténostome*). Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La larve de la *Flustrella hispida* (Fabr.) est très anciennement connue, mais une étude insuffisante a conduit les auteurs à une interprétation erronée de sa structure. La présence chez cette larve de deux valves chitineuses recouvrant sa région aborale lui a valu d'être rapprochée du Cyphonautes (larve de la *Membranipora pilota*), et l'on a cru retrouver, chez elle comme chez le Cyphonautes, un tube digestif.

» En réalité, on observe, chez la larve libre de la *Flustrella,* les organes qui ont été décrits et nommés par M. Barrois chez les larves de *Lepralia* et de *Bugula,* savoir : dans la région orale, un *organe piriforme* avec son plumet vibratile et sa gouttière, un organe adhésif ou *ventouse* et, dans la région aborale, un bourrelet ectodermique ou *calotte*. Ces deux régions sont séparées par une bande ciliée appelée *couronne*.

» Pendant le cours de son développement embryonnaire, la larve possède, en plus des formations sus-indiquées, un organe interne, creux, dont la cavité communique avec l'extérieur par un orifice situé sur la face orale, entre le corps piriforme et la ventouse. Cet organe doit être considéré comme un sac digestif embryonnaire. A mesure que la larve se rapproche de l'état libre, les parois de ce sac deviennent de moins en moins distinctes et finissent par se résorber. L'organe en question n'existe plus chez la larve libre qui, en cela, diffère essentiellement du *Cyphonautes,* auquel tous les auteurs accordent un tube digestif. La présence temporaire d'un sac endodermique n'en est pas moins un fait intéressant à signaler.

» Quant aux deux autres feuillets germinatifs, ils sont hautement différenciés chez la larve libre.

» Un faisceau de fibrilles nerveuses, auxquelles sont appendues quelques cellules unipolaires, relie directement la calotte à l'organe piriforme. Quelques-unes de ces fibres parviennent jusqu'au plumet vibratile en s'insinuant entre les cellules glandulaires du corps piriforme, tandis que deux faisceaux (droite et gauche) se détachent pour fournir des fibres aux cellules ciliées de la gouttière, à celles de la couronne et aussi à de très nombreux boutons vibratiles dont la face orale est parsemée. Toutes les

cellules ciliées de la larve sont donc reliées au bourrelet ectodermique aboral, et, comme celui-ci est muni de cils rigides, il nous paraît très légitime de lui attribuer un rôle sensitif.

» M. Harmer ([1]) a décrit chez la larve d'un *Alcyonidium* des faisceaux fibrillaires, qu'il suppose être de nature nerveuse; la présence indiscutable d'un système nerveux chez la larve de la *Flustrella* confirme cette opinion.

» De chaque côté la larve possède des muscles pariétaux comparables à ceux de l'adulte et des muscles longitudinaux; enfin un muscle adducteur des valves, traversant la larve dans sa partie moyenne. Mais la formation mésodermique la plus intéressante, et qui n'a pas encore été signalée chez les larves des Bryozoaires ectoproctes marins, c'est une couche cellulaire sous-ectodermique particulièrement développée dans la région aborale. L'importance de cette couche apparaît lorsqu'on suit la métamorphose, ce que j'ai pu faire d'une façon complète par la méthode des coupes.

» La fixation de la larve a lieu par l'organe adhésif évaginé; la couronne se replie en dedans et la plaque adhésive se soude avec la peau tout autour du bord libre des valves. L'organe piriforme est refoulé à l'intérieur et la calotte s'enfonce elle-même peu à peu au-dessous de l'ectoderme, en laissant un étroit orifice qui ne tarde pas à se fermer. Ces phénomènes concordent avec ceux que l'on observe pendant la fixation d'une larve de *Cheilostome*.

» Couronne, corps piriforme, système nerveux et une partie des muscles entrent ensuite en dégénérescence et forment une masse de globules que la couche mésodermique enveloppe. A ce moment, l'invagination dans laquelle s'était enfoncée la calotte a disparu et à sa place on observe, dans l'ectoderme, une plaque épaissie de forme ovalaire. Il n'est pas possible de décider si la calotte a participé à la dégénérescence des autres organes, ou bien si elle a été simplement englobée par l'épaississement ectodermique. Au-dessous de celui-ci on observe un épaississement correspondant de la couche mésodermique. Ce stade, qui suit la disparition du bourrelet ectodermique, précède l'apparition du polypide et est caractérisé par la présence des deux épaississements aboraux, l'un ectodermique, l'autre mésodermique, dont il vient d'être question.

» La plaque épaissie de l'ectoderme prolifère ensuite rapidement et

([1]) *Archives de Zool. expérimentale*, 2e série, t. V.

forme, en s'invaginant au-dessous de la cuticule, qui ne participe pas à cette invagination, l'assise interne du rudiment du polypide. Quant à la plaque épaissie de la couche mésodermique sous-jacente, elle est refoulée par la première, qu'elle enveloppe tout naturellement pour former l'assise externe du polypide naissant.

» Les limites de cette Note ne me permettant pas de suivre en détail le développement de la jeune zoécie, je me borne à insister sur les premiers phénomènes de la métamorphose.

» Les auteurs qui ont étudié le développement des Bryozoaires ectoproctes marins me paraissent admettre que le rudiment du polypide se constitue autour d'une invagination primitive de la calotte, ou, en d'autres termes, que la cavité du rudiment est précisément la même que celle de cette invagination. Chez les *Flustrella*, il n'en est certainement pas ainsi : la cavité du rudiment du polypide se forme secondairement et indépendamment de la cavité d'invagination de la calotte. D'autre part, la couche externe du polypide naissant, sur l'origine de laquelle on n'est pas d'accord, provient ici, sans erreur possible, d'une lame mésodermique qui préexiste chez la larve libre.

» J'ajouterai que les muscles pariétaux de l'adulte proviennent en partie des muscles pariétaux de la larve. »

M. de Lacaze-Duthiers, après avoir présenté à l'Académie le travail de M. *Prouho*, ajoute :

« Ce travail, fait au laboratoire Arago, offre un intérêt particulier. La *Flustrella* ne se trouve pas à Banyuls, elle a été envoyée à M. Prouho, préparateur du laboratoire Arago, par la station de Roscoff, auprès de laquelle elle abonde. Elle s'est acclimatée dans l'eau de la Méditerranée, a pondu et fourni des embryons qui ont servi aux observations relatées dans ce travail.

» On voit, d'après cela, combien les deux laboratoires se complètent heureusement, puisque, malgré la grande distance qui les sépare, il leur est possible, en s'adressant réciproquement des animaux, ainsi que cela se fait journellement, de favoriser des études semblables à celle que présente aujourd'hui M. H. Prouho. »

ZOOLOGIE. — *Parasitisme accidentel sur l'Homme du* Tyroglyphus farinæ. Note de M. R. **Moniez**.

« J'ai montré dans mon Livre *Sur les parasites de l'Homme* (1889) que l'on avait mis à tort sur le compte du Rouget (*Leptus autumnalis*) les phénomènes d'éruption déterminés par la morsure de différentes espèces d'Acariens, et, en outre, d'une forme nouvelle observée en Belgique (*Tydeus molestus* Moniez), dont j'ai indiqué les principales particularités éthologiques; j'ai aussi fait connaître qu'un Acarien vivant dans les tas de blé et s'attaquant également à l'Homme avait été récemment observé à Lille; je ne donnais alors aucun détail sur ce dernier animal, mais je suis aujourd'hui en mesure de combler cette lacune.

» L'Acarien en question appartient au genre *Tyroglyphus*, et c'est même l'espèce la plus commune du genre, le *Tyrogl.* (*Aleurobius*) *farinæ*, qui s'observe surtout en abondance sur certains fromages, où il est même infiniment plus fréquent (du moins d'après mes propres observations) que le *Tyroglyphus siro*, avec lequel on le confond très souvent, malgré les travaux des naturalistes italiens. On sait que le *Tyrogl. farinæ* apparaît quelquefois en quantités énormes sur les substances animales ou végétales les plus diverses, lorsqu'elles présentent un commencement d'altération [tabacs ([1]) et houblons, farines, foin, charcuteries, etc.] et, jusqu'ici, on l'avait toujours considéré comme inoffensif. Aucune observation ne permettait de croire qu'il pût être nuisible, aussi ai-je dû m'assurer, par une étude attentive, qu'il ne s'agissait pas d'une autre espèce. On sait, d'ailleurs, que le parasitisme de formes ordinairement libres n'est pas un fait absolument rare chez les Acariens.

» On peut se demander dans quelles conditions le *Tyrogl. farinæ* se jette sur l'Homme et comment il se fait que l'on ne constate pas souvent ses attaques; les circonstances de notre observation nous paraissent donner réponse à cette question. L'éruption et les phénomènes consécutifs s'observaient à Lille pendant la manipulation de blés importés de Russie, à ce

---

([1]) Le *Tyrogl. farinæ* est souvent remplacé par le *Gylycyphagus spinipes* Koch, dans certains tas de tabacs en feuilles, aux entrepôts de Lille, au moment de la fermentation, qui a lieu d'ordinaire en avril.

moment très secs, n'offrant aucune espèce de fermentation, et incapables, par conséquent, de fournir un aliment aux Acariens : ceux-ci, organisés pour ne s'éloigner guère de leur lieu de naissance, se voyaient réunis en masse dans les angles des réservoirs en bois qui contenaient le grain. On peut admettre que ces animaux avaient pullulé dans le blé avant le départ d'Odessa ou pendant le transport et que, la sécheresse survenant, les adultes se soient ainsi trouvés affamés; or ces Acariens peuvent résister à l'inanition pendant un temps considérable, et il suffit d'examiner leurs pièces buccales pour se rendre compte des puissants instruments qu'ils possèdent pour percer la peau et sucer les liquides : pour lors, les Tyroglyphes, jetés en l'air par les vans ou dans l'opération du pelletage, peuvent très bien arriver sur la peau et l'entamer.

» D'après les renseignements que j'ai pu recueillir, on aurait aussi constaté, en quelques autres points du département, l'éruption due à des Acariens développés sur des blés de Russie, mais il faut se garder de conclure que le *Tyrogl. farinæ* doit être incriminé dans tous les cas : en effet, plusieurs observateurs ont signalé une autre espèce d'Acarien qui s'attaque à l'Homme, observée tantôt à l'état larvaire [*Kritoptes monunguiculosus* Geber [1]], tantôt à l'état parfait (*Pediculoïdes ventricosus* Newport) sur des blés d'origine européenne. Karpelles a aussi indiqué, sur des blés de provenance non indiquée, un *Tarsonemus intectus*, et Flemming a trouvé à Koloswar, sur des blés de Russie, un Acarien qui se comporte de la même façon et qu'il a rapporté au genre *Tarsonemus*.

Le fait que nous venons d'indiquer n'est pas isolé et l'on peut citer au moins un cas très semblable, celui du *Tyroglyphus entomophagus*, si connu dans les collections d'insectes et que nous avons trouvé à Lille en abondance dans le safran. Il déterminerait les phénomènes éruptifs dans l'affection connue sous le nom de *vanillisme*, affection que l'on a rapprochée de la *gale des épiciers*, produite peut-être, si tant est qu'elle soit d'origine parasitaire, par le *Tyrogl. farinæ* ou par le *Carpoglyphus passularum* Robin (*Trichodactylus anonymus* des auteurs plus récents). »

---

[1] Robin, avant Geber, avait observé le même animal, qu'il prenait pour une larve d'*Oribates*.

MINÉRALOGIE. — *Altération remarquable du fer météorique de San Francisco del Mezquital.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Le fer météorique de San Francisco del Mezquital (Mexique), dont la composition chimique a été naguère déterminée par M. Damour [1], est le siège d'une altération essentiellement différente de celle qui compromet si souvent la conservation des météorites métalliques. Les deux échantillons de la collection du Muséum d'Histoire naturelle, pesant 130^{gr} et 45^{gr}, présentent l'un et l'autre une portion de la surface extérieure du bloc dont ils ont été détachés à la scie. Cette surface extérieure, constituant vraisemblablement la croûte, a été soulevée et réduite en une poussière grise qui recouvre d'une couche continue le socle supportant les échantillons.

» Avant sa chute sur le socle, la croûte altérée est sous la forme d'une mince pellicule débitée en petites lanières soulevées et frisées donnant à la masse l'aspect de certaines roches terrestres recouvertes de végétations de lichens : elle tombe au plus léger contact.

» Cette poussière est en grande partie magnétique : l'aimant a extrait 0^{gr},498 d'un petit lot de 0^{gr},628 : ce qui correspond à 79,30 pour 100. Le résidu non attirable, qui représente 20,70 pour 100, consiste en une poussière d'un gris relativement clair.

» J'ai analysé séparément ces deux éléments. La partie magnétique, noire et entièrement insoluble dans l'acide azotique bouillant, est presque entièrement composée d'oxyde salin de fer (Fe^3O^4) avec une proportion très sensible de nickel.

» La partie insensible à l'aimant se montre au microscope en petits grains partiellement transparents et alors très actifs sur la lumière polarisée, qui les colore très brillamment. Cette matière est sensiblement insoluble dans l'eau, même bouillante, qui en retire seulement de très faibles traces de chlorures. L'acide azotique la dissout très facilement, surtout à chaud, et la solution précipite très abondamment par l'acétate de baryte, tandis que le ferrocyanure de potassium et le sulfhydrate d'ammoniaque y déterminent les réactions du fer et du nickel.

» La quantité de matière disponible est beaucoup trop faible pour qu'on puisse songer à réaliser des dosages; mais les propriétés de la matière permettent d'y reconnaître sans hésitation un sous-sulfate de peroxyde de fer nickelifère, plus ou moins analogue à la copiapite.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 23 mars 1868.

» La manière la plus simple d'expliquer cette curieuse altération du fer de San Francisco del Mezquital semble être de rattacher la production du sulfate qui vient d'être décrit à la combustion lente de particules fines de pyrrhotine. Ce serait un phénomène analogue à celui qui donne l'apatélite aux dépens de la pyrite dans maints gisements terrestres. Mais, outre que, au point de vue purement chimique, cette interprétation présente plus d'une difficulté, il faut remarquer que la plupart des fers d'origine cosmique contiennent de la pyrrhotine et ne donnent pas lieu à la sulfatisation. Il est vrai que les rognons sulfurés de la masse de San Francisco n'ont pas absolument l'aspect ordinaire et admettent peut-être des éléments qui manquent ailleurs. La question ne saurait être élucidée avec la très petite quantité de matière que possède le Muséum. »

M. Sarrau présente le « Traité d'Électricité et de Magnétisme », par Maxwell, de la part de M. *Seligmann-Lui*, son traducteur, MM. *Cornu, Potier, Sarrau*, ses annotateurs, et MM. *Gauthier-Villars et Fils*, éditeurs.

« Cette publication sera sans doute bien accueillie du monde savant; car, bien que l'on possédât déjà l'excellent Traité de MM. Mascart et Joubert, il était à désirer que les physiciens et les ingénieurs électriciens fussent mis à même d'étudier, dans l'œuvre originale de l'illustre physicien anglais, les principes et les méthodes qui ont si profondément transformé la théorie de l'électricité.

» En traduisant cette œuvre considérable, M. Seligmann-Lui a scrupuleusement reproduit la pensée de l'auteur et, en entreprenant cette tâche ardue, qu'il a su accomplir avec ses obligations professionnelles, le jeune ingénieur des Télégraphes a rendu à la Science un service signalé.

» Voici le but que l'on s'est proposé en essayant, ce qui pouvait paraître téméraire, d'ajouter des Notes à une œuvre qui semble si complète.

» Il est manifeste qu'en écrivant ce Livre Maxwell s'est vivement préoccupé de faire un ouvrage didactique. Il est permis de dire que ce but n'a pas été entièrement atteint; cette œuvre, qui renferme tant d'aperçus originaux et de sujets de méditations, offre, surtout au point de vue de l'enseignement, quelques imperfections que, dans l'intérêt même de l'Ouvrage, il convenait de signaler au lecteur. M. Cornu a accepté cette tâche ingrate et il s'en est acquitté de telle manière que l'œuvre n'en éprouve aucune atteinte et en reçoit, au contraire, une lumière nouvelle.

» Plusieurs Notes de M. Potier ont eu pour but de fournir tous les éléments nécessaires à l'intelligence de l'Ouvrage, ainsi que les éclaircisse-

ments propres à faciliter la lecture des chapitres particulièrement difficiles; d'autres Notes sont de véritables Mémoires personnels, dans lesquels l'auteur se montre, non le commentateur, mais le continuateur de Maxwell.

» Un Appendice, inséré à la fin du Tome II, offre un résumé très succinct de la théorie des quaternions, dont Maxwell emploie fréquemment quelques notations et formes de calcul.

» M. Gauthier-Villars a entrepris cette publication avec son zèle et son désintéressement habituels; il a ainsi ajouté aux services déjà si nombreux qu'il a rendus à la Science. »

M. **Georges Guéroult** adresse, par l'entremise de M. Lippmann, la Note suivante « Sur un moyen d'emmagasiner les gestes et les jeux de physionomie ».

« Une personne parle devant le phonographe de M. Edison. Elle fait, en parlant, des gestes et des mouvements de physionomie. Par le système qui suit, je crois qu'il sera possible d'emmagasiner ces gestes et ces mouvements, de façon à pouvoir les reproduire plus tard en correspondance exacte avec les paroles prononcées, et même à pouvoir les transmettre à distance.

» Je suppose qu'au moment où le cylindre du phonographe commence à tourner on prenne, de la personne qui parle, des photographies *instantanées*, à intervalles égaux d'un dixième de seconde chacun. Si la révolution du cylindre s'opère en trente secondes, par exemple, on aura 300 photographies. Une fois développées, on les dispose sur un phénakisticope faisant lui-même sa révolution en trente secondes; les photographies passant successivement devant l'œil de l'observateur avec une vitesse d'un dixième de seconde, l'appareil reproduira tous les mouvements de la personne en vertu du principe de la persistance des impressions de la rétine, et, comme il n'y a pas de syllabe qui, pour être prononcée, demande moins d'un dixième de seconde, les gestes et les jeux de physionomie suivront exactement le mouvement de la parole reproduite dans le phonographe. Il sera donc possible, pour un acteur ou un orateur par exemple, de reproduire au bout d'un temps quelconque le texte et *l'action* d'un discours. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mai 1889.

L'Institut de France. — Lois, statuts et règlements concernant les anciennes Académies et l'Institut de 1635 à 1889. Tableau des fondations. — Collection publiée sous la direction de la Commission administrative centrale, par M. Léon Aucoc. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Traité de l'Électricité et du Magnétisme; par J. Clerk Maxwell, traduit de l'anglais sur la deuxième édition par G. Seligmann-Lui; avec Notes et éclaircissements par MM. Cornu, Potier et Sarrau. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1885-1889; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Sarrau.)

La période glaciaire étudiée principalement en France et en Suisse; par A. Falsan. Paris, Félix Alcan, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Contribution à l'étude géologique du département de l'Indre; par M. Henri Lasne. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Sur le dosage du fluor dans les substances décomposables par l'acide sulfurique, et en particulier dans les phosphates naturels; par M. Henri Lasne; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société chimique de Paris.*) (Présenté par M. Daubrée.)

Rapport sur les travaux des conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Sarthe pendant les années 1885, 1886 *et* 1887; *par* M. A. Brulé. Le Mans, Albert Drouin, 1889; 1 vol. in-8°.

Ministère de la Guerre. — Statistique médicale de l'Armée pendant l'année 1886. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. in-4°. (Deux exemplaires.)

Les anesthésies hystériques des muqueuses et des organes des sens et les zones hystérogènes des muqueuses; recherches cliniques; par L. Lichtwitz. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1887; 1 vol in-8°. (Renvoyé au concours Lallemand.)

Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales; Directeurs : A. Dechambre et L. Lereboulet, dernier volume. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Affections chirurgicales des reins, des uretères et des capsules surrénales; par A. Le Dentu. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Anatomie normale et pathologique de l'œil; par le Dr ÉMILE BERGER. Paris, Octave Doin, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Le surmenage intellectuel et les exercices physiques; par le Dr A. RIANT. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1889; 1 vol. in-16. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Observation d'une épidémie de variole jugulée par la revaccination en masse; par le Dr LE GAD. Le Havre, E. Hustin, 1889; br. in-8°.

Mémoire sur les navires aériens à air dilaté; par AMÉDÉE SÉBILLOT; br. in-4°. (Renvoyé au concours Fourneyron.)

Anuario de la real Academia de Ciencias exactas fisicas y naturales, 1889. Madrid, Luis Aguado; 1 vol. in-32.

Flora fossil de Portugal. — Monographia do genero Dicranophyllum *(systema carbonico); por* WENCESLAU DE LIMA. Lisboa, Typographia da Academia real das Sciencias, 1888; br. in-4°.

El clima y las condiciones higiénicas de Buenos Aires, por el Dr PEDRO N. ARATA. Buenos Aires, 1889; 1 vol. pet. in-4°.

Memoria sobre la causa fisica del movimiento de rotacion de los astros. — Magnetismo universal; por don MANUEL GOMEZ VIDAL. Madrid, typografia de Gregorio Estrada, 1889; br. in-8°.

Prof. LEONARDO RICCIARDI. *Ricerche sulla diffusione dell'allumina nei vegetali. — Analysi delle ceneri dei vegetali. — Reazioni caratteristiche degli acidi del fosforo.* Bari, typografia Cannone, 1889; br. in-8°.

Nova acta Academiæ cæsareæ Leopoldino-Carolinæ germanicæ Naturæ Curiosorum; Tomus quinquagesimus secundus, cum tabulis XXIII. Halis Saxonum, 1888. Ex officina E. Blochmanni et Filii. Dresdæ; 1 vol. gr. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 7 mai 1889.)

Note de M. *Ollier*, Sur l'accroissement des os longs :

Page 934, ligne 7, *au lieu de* se trouve sensiblement plus éloigné de l'extrémité supérieure que du bout inférieur de l'os, *lisez* se trouve sensiblement plus éloigné de l'extrémité supérieure sur le membre réséqué.

Même page, ligne 24, *au lieu de* explications chirurgicales, *lisez* applications chirurgicales.

Page 936, ligne 14, *au lieu de* pourra recouvrer, *lisez* recouvre.

Même page, ligne 17, *au lieu de* la hauteur de la colonne osseuse qui aurait fourni normalement ces cartilages, *lisez* la hauteur de la colonne osseuse qu'aurait fournie normalement ce cartilage.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MAI 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'origine tellurique des raies de l'oxygène dans le spectre solaire;* par M. **J. Janssen**.

« M. Eiffel ayant mis très obligeamment la tour du Champ-de-Mars à ma disposition pour les expériences et observations que je voudrais y instituer, j'ai eu la pensée de profiter de la source si puissante de lumière qui vient d'y être installée pour certaines études du spectre tellurique et, en particulier, celle qui se rapporte à l'origine des raies du spectre de l'oxygène dans le spectre solaire.

» Nous savons aujourd'hui qu'il existe dans le spectre solaire plusieurs groupes de raies qui sont dues à l'oxygène que contient notre atmosphère; mais on peut se demander si ces groupes sont dus exclusivement à l'action de notre atmosphère et si l'atmosphère solaire n'y entre pour rien

ou bien si leur origine est double ; en un mot, si elles sont purement telluriques ou telluro-solaires.

» Pour résoudre cette question, on peut recourir à un certain nombre de méthodes.

» Une des plus sûres est celle de la vibration, dont l'origine remonte à la belle conception de M. Fizeau et qui a été appliquée par M. Thollon et perfectionnée par M. Cornu.

» Elle paraît d'une application assez difficile dans le cas présent.

» On peut aussi observer la diminution d'intensité que subissent les groupes à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère et, par des comparaisons aussi soignées que possible, et surtout par la grande pratique des observations, juger si la diminution d'intensité des raies permet de conclure à leur disparition complète aux limites de l'atmosphère. C'est la méthode employée dans la dernière expédition au massif du mont Blanc (Grands-Mulets).

» On peut encore procéder par une comparaison d'égalité en installant une puissante lumière à spectre continu à une distance de l'analyseur qui soit telle que l'épaisseur atmosphérique traversée représente l'action de l'atmosphère terrestre sur les rayons solaires aux environs du zénith.

» Or cette dernière circonstance s'est très heureusement trouvée réalisée par les situations respectives de la tour Eiffel et de l'observatoire de Meudon.

» La tour est à une distance de l'observatoire d'environ 7700^{m}, qui représente à peu près l'épaisseur d'une atmosphère ayant même poids que l'atmosphère terrestre et une densité uniforme et égale à celle de la couche atmosphérique voisine du sol.

» En outre, la puissance considérable de l'appareil lumineux installé actuellement au sommet de la tour permettait l'emploi de l'instrument qui m'avait servi à Meudon et aux Grands-Mulets pour le Soleil.

» J'ai néanmoins fait usage d'une lentille collectrice devant la fente, afin d'amener le spectre à avoir une intensité tout à fait comparable à celle du spectre solaire dans le même instrument.

» Dans ces conditions, le spectre s'est montré d'une vivacité extrême. Le champ spectral s'étendait au delà de A.

» Le groupe B m'a paru aussi intense qu'avec le Soleil méridien d'été.

» Le groupe A était également fort accusé.

» On distinguait encore d'autres groupes, et notamment ceux de la

vapeur d'eau ; leur intensité m'a paru répondre à l'état hygrométrique de la colonne atmosphérique traversée.

» J'aurais voulu étudier les groupes de l'oxygène avec le grand spectromètre de MM. Brunner et le réseau que je tiens de M. Rowland, mais le temps limité pendant lequel on m'a envoyé la lumière ne l'a pas permis. J'espère pouvoir le faire une autre fois.

» Aucune bande de l'oxygène ne s'est montrée dans le spectre visible. Cependant l'épaisseur de la couche d'oxygène traversée était équivalente à une colonne de plus de 260^{m} d'oxygène à 6^{atm} de pression, c'est-à-dire à la pression pour laquelle le tube de notre laboratoire les montre avec une longueur de 60^{m} seulement, ou quatre fois plus petite. Ceci montre bien que, pour l'oxygène, les raies obéissent à une tout autre loi que les bandes.

» En effet, tandis que pour les raies l'expérience de dimanche dernier nous montre qu'il paraît indifférent d'employer une colonne de gaz à densité constante ou une colonne équivalente en poids, mais à densité variable; pour les bandes, au contraire, l'absorption ayant lieu suivant le carré de la densité, le calcul montre qu'il faudrait, à la surface du sol, une épaisseur atmosphérique de plus de 50^{km} pour les produire.

» Je ne considère l'expérience de dimanche dernier que comme apportant un fait de plus à un ensemble d'études, fait qui demande à être précisé et développé.

» Mais il est certain, pour moi, que la hauteur à laquelle la tour du Champ-de-Mars permet de placer le foyer lumineux et la puissance de ce foyer nous promettent des expériences de l'ordre de celles qui viennent d'être faites et du plus haut intérêt.

» Avant de terminer, je désire remercier M. Eiffel de la libéralité avec laquelle il met son bel édifice à la disposition de la Science. Je remercie également MM. Sautter et Lemonnier de leur obligeance. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la correspondance complète entre les fractions continues qui expriment les deux racines d'une équation quadratique dont les coefficients sont des nombres rationnels;* par M. SYLVESTER.

« Si $u_i = \lambda_i u_{i-1} + u_{i-2}$ et $u_{-1} = 0$, $u_0 = 1$, on peut appeler u_i un cumulant dont la succession $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_i$ est le type; désignons-le par t.

» Alors on peut représenter

Par $'t$ la succession............ $\lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_i$
Par t' » .... $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_{i-1}$
Par $'t'$ » .... $\lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_{i-1}$

» De plus, on peut représenter par θt la réunion du type θ suivi par le type t; par $\theta o t$ ce que devient θt quand on intercale un zéro entre la succession θ et la succession t; par $\theta(ot)^i$ la succession θ suivie par la succession ot répétée i fois; et par $t(o\theta)^i\tau$ ce que devient $t\tau$ quand on intercale $o\theta$ i fois entre le t et le τ.

» T étant un type quelconque, on peut désigner par [T] le cumulant dont T est le type.

» Ainsi, si les éléments en T sont regardés comme les quotients partiels d'une fraction continue, et que, suivant la notation de l'immortel Lejeune-Dirichlet, on représente par (T) la dernière convergente à cette fraction, on aura

$$(T) = [T] \div ['T].$$

» Désignons par $\underline{\theta}$ ce que devient θ quand on renverse l'ordre, et par $\bar{\theta}$ ce qu'il devient quand on change le signe de chacun de ses éléments. Posons

$$T_i = \underline{\theta}\, t(ot)^i \bar{\theta};$$

j'ai trouvé et démontré le lemme suivant [1] :

---

[1] Pour établir cette proposition, on n'a besoin que de se servir des *deux* identités suivantes. Si $T = t\theta$,

$$[T] = [t][\theta] + [t']['\theta].$$

Si $T = t\theta\tau$,

$$[T] = [t][\theta][\tau] + [t']['\theta][\tau] + [t][\theta']['\tau] + [t']['\theta']['\tau].$$

On peut cependant ajouter que, de même, si $T = t\theta\tau\omega$,

$$\begin{aligned}[T] = {} & [t][\theta][\tau][\omega] + [t']['\theta][\tau][\omega] + [t][\theta']['\tau][\omega] + [t][\theta][\tau']['\omega] \\ & + [t']['\theta']['\tau][\omega] + [t']['\theta][\tau']['\omega] + [t][\theta']['\tau']['\omega] + [t']['\theta']['\tau']['\omega],\end{aligned}$$

où l'on remarquera que les trois premiers produits de la deuxième ligne sont composés de deux (le premier et le dernier) de formes analogues, et d'un troisième d'une forme différente, et ainsi, en général, si le nombre des types partiels $t, \theta, \tau, \ldots$ est $\underline{i}$, on aura 2^{i-1} produits de cumulants partiels et de leurs dérivés simples et doubles; car il y aura $(i-1)$ intervalles entre les i types sur lesquels on doit faire tomber dans chaque

» *Les rapports des trois quantités* $[T_i]:[{}^{\backprime}T_i] - [T'_i]:[{}^{\backprime}T'_i]$ *sont indépendants de* $\underline{i}$; *c'est-à-dire sont les mêmes que les rapports de*

$$[\underline{\theta} t \bar{\theta}] : [{}^{\backprime}\underline{\theta} t \bar{\theta}] - [\underline{\theta} t \bar{\theta}'] : [{}^{\backprime}\underline{\theta} t \bar{\theta}'].$$

Avec l'aide de ce théorème et de l'équation qui exprime une propriété bien connue des convergentes successives de fractions continues, savoir

$$[T][{}^{\backprime}T'] - [{}^{\backprime}T][T'] = \pm 1,$$

on établit facilement le théorème suivant :

» *On peut écrire et d'une seule manière les deux racines d'une équation quadratique simultanément sous les formes*

$$(\theta t (0 t)^{\infty}), \quad -(\bar{\theta} \underline{t} (0 \underline{t})^{\infty}),$$

où tous les éléments de θ, *sauf le dernier (qui peut être zéro), et tous les éléments de t sont positifs.*

» Comme un simple corollaire de ce théorème de correspondance, en appliquant à la seconde forme la méthode donnée par Dirichlet pour *régulariser* une succession de quotients partiels dont quelques-uns au commencement sont négatifs, on voit que les périodes des deux fractions convergentes contiendront les mêmes éléments, mais en ordre inverse.

» Un exemple fera mieux comprendre la portée du théorème.

» Prenons l'équation

$$23x^2 - 68x + 50 = 0,$$

dont les racines sont

$$\frac{34 + \sqrt{6}}{23}, \quad \frac{34 - \sqrt{6}}{23}.$$

» On trouve, pour le développement de ces deux quantités, les fractions périodiques en fractions continues

$$(1, 2, 1, 2; 4, 2; 4, 2; 4, 2; \ldots)$$

---

manière possible 1, 2, 3, ... $(i-1)$ paires d'accents. Quand les types partiels deviennent monomiaux, les termes avec les accents doubles dans la somme des produits deviennent zéros, et l'on retrouve la règle connue pour exprimer un cumulant comme somme des produits des agrégats de ses éléments, en élisant ou en traitant comme unités des paires et combinaisons de paires d'éléments consécutifs.

et

$$(1, 1, 1, 2; 2, 4; 2, 4; 2, 4; \ldots)$$

respectivement.

» Or, en écrivant

$$\theta = 1, 2, \qquad t = 1, 2, 3,$$

on aura

$$\begin{aligned}(\theta t(ot)^{\infty}) &= (1, 2, 1, 2, 3, 0, 1, 2, 3, 0, 1, 2, 3, 0, 1, 2, \ldots)\\ &= (1, 2, 1, 2; \quad 4, 2; \quad 4, 2; \quad 4, 2; \ldots),\end{aligned}$$

ce qui répond à la première racine.

» On aura aussi

$$\begin{aligned}\left(\bar{\theta}\underline{t}(o\underline{t})^{\infty}\right) &= (-1, -2, 3, 2, 1, 0, 3, 2, 1, 0, 3, \ldots)\\ &= (-1, -2, 3; 2, \quad 4; 2, \quad 4; \ldots),\end{aligned}$$

laquelle convergente, *régularisée* selon les règles de Dirichlet [1], peut être remplacée par

$$(-2, 1, 0, 1, 2; 2, 4; 2, 4; \ldots),$$

c'est-à-dire

$$(-2, 2, 2; 2, 4; 2, 4; \ldots),$$

ce qui, selon les mêmes règles, équivaut à

$$-(1, 1, 1, 2; 2, 4; 2, 4; \ldots),$$

laquelle est la valeur prise négativement de la seconde racine.

» Terminons par l'exemple très simple

$$x^2 - 10x - 1 = 0,$$

dont les deux racines sont $5 + \sqrt{26}$, $5 - \sqrt{26}$, qui équivalent aux fractions continues

$$(10, 10, 10, \ldots), \quad -(0, 10, 10, 10, \ldots).$$

» Faisons

$$\theta = 9, 0, \qquad t = 1, 9.$$

Alors $(\theta t(ot)^{\infty})$ devient

$$(9, 0; 1, 9; 0, 1, 9; 0, 1, 9; \ldots),$$

c'est-à-dire

$$(10; 10; 10; \ldots),$$

---

[1] *Vorlesungen über Zahlentheorie*, § 80; 1871.

la première racine; et $\left(\bar{\theta}\underline{t}(o\underline{t})^{\infty}\right)$ devient

$$(-9, 0; 9, 1; 0, 9, 1; 0, 9, 1; \ldots),$$

ce qui équivaut à

$$(0, 10, 10, \ldots),$$

laquelle est la valeur prise négativement de la seconde racine.

» On comprendra que dans les formules pour une racine et la négative de l'autre, rien n'empêche que le θ disparaisse et qu'ainsi les formules deviennent

$$(t(ot)^{\infty}), \quad (\underline{t}(o\underline{t})^{\infty})$$

respectivement.

» Dans le cas où les deux racines sont égales, mais de signes contraires, non seulement le $\underline{\theta}$ disparaît, mais aussi le $\underline{t}$ devient symétrique : ainsi l'on retrouve la forme applicable à l'équation $Ax^2 - 6 = 0$, pour lequel cas la racine positive peut être mise sous la forme

$$(abc, \ldots, cba, 0, abc, \ldots, cba, 0, abc),$$

c'est-à-dire

$$(a_j bc, \ldots, cb, 2a_j bc, cb, 2a_j).$$

» On peut encore simplifier un peu les expressions pour x et x' (où x et x' sont les racines de la même équation quadratique) en écrivant

$$x = (\theta(t, 0)^{\infty}), \qquad x' = \left(\bar{\theta}\left(\underline{t}, 0\right)^{\infty}\right),$$

formule vraiment surprenante par sa simplicité et sa symétrie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Arnaud** adresse un Mémoire, accompagné de dessins et de photographies, ayant pour titre : « Le gypaète, ballon dirigeable ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **François Chassy** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire, précédé d'une Planche de figures explicatives et intitulé : « L'avicoptère ou navire aérien ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'impossibilité des corps diamagnétiques.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

« J'avais signalé (¹), dans l'étude théorique des corps diamagnétiques, certaines propriétés paradoxales qui me semblaient d'accord avec les curieuses observations de M. Paul Joubin (²). J'ai été amené à donner aux résultats analytiques que j'avais obtenus une interprétation toute nouvelle, dont l'origine se trouve dans une Note toute récente et d'une grande importance de M. J. Parker (³).

» Dans cette Note, M. J. Parker met en évidence ce fait capital que l'existence des corps diamagnétiques est en contradiction avec l'axiome sur lequel Clausius a fondé le principe de Carnot. Nos formules sur l'aimantation par influence peuvent conduire à la même conséquence par une voie nouvelle, exempte, croyons-nous, des objections que l'on pourrait peut-être adresser à la démonstration de M. Parker.

» L'équilibre magnétique est établi sur une substance dénuée de force coercitive lorsque le potentiel thermodynamique interne du système a une valeur minimum. Pour trouver les conditions d'équilibre, on est conduit à égaler à o la variation première de ce potentiel, ce qui donne les équations proposées autrefois par G. Kirchhoff.

» Mais ces équations une fois vérifiées, on n'est pas assuré que le potentiel thermodynamique interne soit un minimum. Il reste à étudier le signe de sa variation seconde.

» Dans notre Mémoire *Sur l'aimantation par influence*, nous avons donné (p. 46) l'expression de cette variation seconde. De cette expression, il est aisé de tirer la conclusion suivante :

» Pour un corps diamagnétique dont le coefficient d'aimantation aurait une valeur absolue toujours très petite, qui demeurerait constante, croîtrait très faiblement, ou décroîtrait lorsque l'aimantation croît, la variation

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 736.
(²) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 755.
(³) J. Parker, *On diamagnetism and the concentration of energy* (*Philosophical Magazine*, 5ᵉ série, t. XXVII, p. 403; mai 1889).

seconde serait toujours négative. Donc, *pour un semblable corps, il n'y a pas d'équilibre magnétique possible*.

» Cette conclusion doit encore être vraie même si le coefficient d'aimantation n'est pas très petit en valeur absolue. Nous avons vu en effet que, dans ce cas ([1]), lorsque la distribution magnétique est donnée par les équations de Kirchhoff, on peut toujours trouver d'autres distributions magnétiques faisant prendre au potentiel thermodynamique interne une valeur moindre que la première.

» Il nous semble que l'on peut de là déduire cette conclusion :

» *L'existence des corps diamagnétiques est incompatible avec les principes de la Thermodynamique*.

» La Thermodynamique conduit donc, comme autrefois la théorie de Poisson, à rejeter l'existence des corps diamagnétiques. Pour expliquer l'existence des corps diamagnétiques dans la nature, on est amené à reprendre l'hypothèse de M. Edm. Becquerel; à admettre que les soi-disant corps diamagnétiques ne sont que des corps magnétiques plongés dans un milieu plus fortement magnétique.

» Cette hypothèse, traitée par les méthodes qui nous ont servi dans l'étude des corps magnétiques, fournit une théorie complète des corps diamagnétiques. Elle démontre qu'il existe pour ces corps une et une seule distribution d'équilibre, que cette distribution est stable, qu'un corps diamagnétique est toujours repoussé par des aimants permanents; elle permet d'étudier les phénomènes thermiques mis en jeu dans le mouvement d'un corps diamagnétique, etc. Le développement de cette théorie fera l'objet d'un Mémoire spécial.

» Cette théorie ne rend plus compte des curieuses observations de M. Joubin, dont l'interprétation est encore à trouver. »

OPTIQUE. — *Sur une reproduction artificielle du mirage et les franges d'interférences qui peuvent accompagner ce phénomène*. Note de MM. **J. Macé de Lépinay** et **A. Perot**, présentée par M. Mascart.

« Dans une cuve rectangulaire ($0^m,50$ de longueur, $0^m,05$ de largeur et $0^m,15$ de profondeur), nous superposons à une couche de $0^m,10$ environ d'épaisseur d'une solution de chlorure de calcium, à 20° Baumé, une

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 736.

couche de $0^m,03$ à $0^m,04$ d'eau; au bout de cinq à six heures, il s'est produit par diffusion une couche de mélange dans laquelle les indices décroissent d'une manière continue de bas en haut, les surfaces d'indices constants étant des plans horizontaux. Ce milieu réalise des conditions analogues, mais inverses de celles qui donnent naissance au mirage naturel.

» I. Faisons pénétrer par la partie inférieure de l'une des faces extrêmes de la cuve, et dans une direction légèrement inclinée de bas en haut, un faisceau lumineux limité par deux trous circulaires égaux, distants de 1^m. On voit alors la lumière dessiner dans l'intérieur du liquide une courbe parfaitement continue, présentant la forme générale d'une hyperbole dont l'axe réel serait vertical.

» Nous avons pu d'ailleurs relever, à $\frac{1}{10}$ de millimètre près, les abscisses et les ordonnées des points de cette courbe. On peut même la rendre visible de loin en substituant aux ouvertures circulaires des fentes horizontales, obliquant légèrement le faisceau et recouvrant la face de la cuve léchée par la lumière d'une feuille de papier imprégné d'alcool.

» Cette expérience nous paraît particulièrement instructive, parce qu'elle permet de réaliser la forme des trajectoires orthogonales aux ondes qui se propagent dans le liquide, trajectoires dont l'équation différentielle a été déduite par Bravais de la théorie des ondulations [1].

» II. Imaginons alors que l'on substitue au faisceau lumineux précédent un faisceau large issu d'une petite ouverture placée au foyer d'une lentille. On obtient ainsi des ondes planes dans l'air, et planes également dans la première partie de leur trajet dans la cuve, où elles traversent un milieu homogène.

» Les diverses trajectoires orthogonales aux ondes dans l'intérieur du liquide seront toutes identiques entre elles et toutes tangentes à un même plan limite horizontal (cas particulier de la caustique de Biot). On en déduit que la surface de l'onde qui passe par un point quelconque de ce plan limite est constituée par deux nappes cylindriques et présente une génératrice de rebroussement située dans ce plan, normale au plan d'incidence, les deux nappes étant d'ailleurs symétriques par rapport à leur plan tangent commun, normal au plan limite. On trouve de plus que la trace de l'onde sur le plan d'incidence a pour équation

$$x = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2y^3}{R}}.$$

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 492; 1856.

$R = \frac{n}{\frac{dn}{dy}}$, où n est l'indice au plan limite, n'est autre que le rayon de courbure, *toujours fini*, des trajectoires à leur sommet, l'axe des y étant normal au plan limite et l'axe des x la trace de ce plan sur le plan d'incidence.

» Dans ces conditions, si l'on imagine que l'on reçoive la lumière sortant de la cuve sur l'objectif d'une lunette pointée à l'intérieur du liquide et à peu de distance du plan limite, on doit voir se dessiner dans le plan focal de l'oculaire des franges d'interférences. Soit, en effet, A l'un des points qui viennent former leur image dans ce plan. Par ce point passent les nappes de deux ondes voisines, savoir : la nappe convexe vers la lunette de l'une et la nappe concave de l'autre. Ces deux ondes s'y croisent sous un angle très petit et les mouvements vibratoires qui y correspondent présentent une différence de marche

$$\delta = \frac{4n}{3}\sqrt{\frac{2y^3}{R}},$$

n étant l'indice au niveau du plan limite et y la distance du point A à ce plan. A ce point correspondra une frange brillante ou une frange obscure, suivant que l'on aura

$$\delta = 2p\frac{\lambda}{2} \quad \text{ou} \quad \delta = (2p+1)\frac{\lambda}{2}.$$

» On déduit de cette formule que ces franges se resserrent lorsque l'on s'écarte du bord de l'ombre, laquelle correspond au plan limite.

» L'existence et cette disposition des franges sont entièrement confirmées par l'expérience.

» Ces franges, très nettes et très fines, étaient de plus, dans les conditions de l'expérience, extrêmement nombreuses ; elles étaient donc achromatiques et rentraient dans la catégorie de celles que M. Mascart a récemment étudiées [1].

» Cet achromatisme vient, en grande partie, d'un fait étranger au phénomène lui-même, à savoir, la réfraction accompagnée de dispersion que le faisceau lumineux subit à son entrée dans la cuve. Il en résulte que le plan limite s'abaisse lorsque la longueur d'onde diminue, ce que vérifie

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 591; 1889.

d'ailleurs l'expérience, car le champ est toujours bordé de rouge du côté du plan limite. Or la condition d'achromatisme est

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{4n}{3\lambda}\sqrt{\frac{2y^3}{R}} = \text{const.}$$

» En passant du rouge au violet, le coefficient du radical augmente; λ décroît, en effet, tandis que n augmente, non seulement parce que le plan limite s'abaisse, mais aussi par suite de la dispersion du liquide. Quant à la quantité sous le radical, elle diminue, car y diminue et R augmente. La condition d'achromatisme pourra donc se trouver sensiblement réalisée dans toute l'étendue du champ. »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation du quartz*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Au cours de recherches sur la dilatation des pâtes céramiques, j'ai reconnu qu'un grand nombre d'entre elles cessent de se dilater d'une façon régulière au-dessus de 600°. Cette anomalie devait être particulière à l'un des deux éléments constituants : argile ou quartz. Il m'a, pour ce motif, semblé intéressant de faire une étude complète de la dilatation du quartz, en employant la méthode photographique que j'ai indiquée dernièrement [1].

» On rencontre dans ces expériences de sérieuses difficultés résultant des fissures qui se produisent dans le quartz vers 600° et amènent souvent la rupture complète des échantillons. Parfois, il est vrai, cette rupture ne se produit pas et les fentes amènent seulement un gonflement qui vient se superposer à la dilatation calorifique. Il m'est arrivé, dans quelques expériences, de n'observer après refroidissement complet aucun gonflement permanent. C'est dans ces conditions seulement que l'on peut considérer les allongements observés comme dus uniquement à la dilatation calorifique. Ce résultat, le plus souvent, n'a été obtenu que sur des échantillons préalablement calcinés et déjà fissurés.

» Les mesures ont été faites sur des tiges rectangulaires de 5^{mm} de côté et 110^{mm} de longueur, découpées dans des cristaux de quartz parallèlement

---

[1] *Sur la détermination des coefficients de dilatation aux températures élevées* (*Comptes rendus*, 26 novembre 1888).

et perpendiculairement à l'axe ou dans des roches siliceuses, quartzite et calcédoine. On opérait à température croissante et décroissante, puis on prenait la moyenne des résultats obtenus aux températures correspondantes. Le Tableau suivant donne les allongements en millimètres d'une longueur de 100^{mm}, mesurés sur des échantillons qui n'ont donné aucun gonflement permanent.

	Cristal de quartz						Calcédoine.	
	parallèle à l'axe.		perpendiculaire à l'axe.					
Températ.	1re exp.	2e exp.	1re exp.	2e exp.	Direction moyenne.	Grès de Bagnoles déjà calciné.	Silex de la craie calciné deux fois.	Bois silicifié calciné une fois.
15°...	0	0	0	0	0	0	0	0
270 ...	0,20	»	0,43	»	»	»	»	0,48
480 ...	0,53	0,55	0,82	0,86	0,76	0,77	0,95	0,90
570 ...	0,93	0,93	1,30	1,45	1,28	{ 0,99 } { 1,34 }	1,30	1,27
660 ...	0,95	0,99	»	1,59	1,39	1,40	1,35	1,30
750 ...	»	0,95	»	1,59	1,40	1,40	1,40	1,31
910 ...	0,90	0,87	»	1,57	1,34	1,34	1,40	1,32
990 ...	»	0,86	»	1,55	1,32	1,34	1,40	1,34
1060 ...	»	0,89	»	1,55	1,33	1,33	»	»

» La cinquième colonne, intitulée *direction moyenne*, a été calculée au moyen des chiffres des colonnes précédentes de façon à obtenir la dilatation d'une masse quartzeuse dont les cristaux seraient orientés dans tous les sens, comme cela arrive dans les grès quartzites, celui de Bagnoles, par exemple. On voit pour ce dernier que l'accord est parfait entre le calcul et l'expérience.

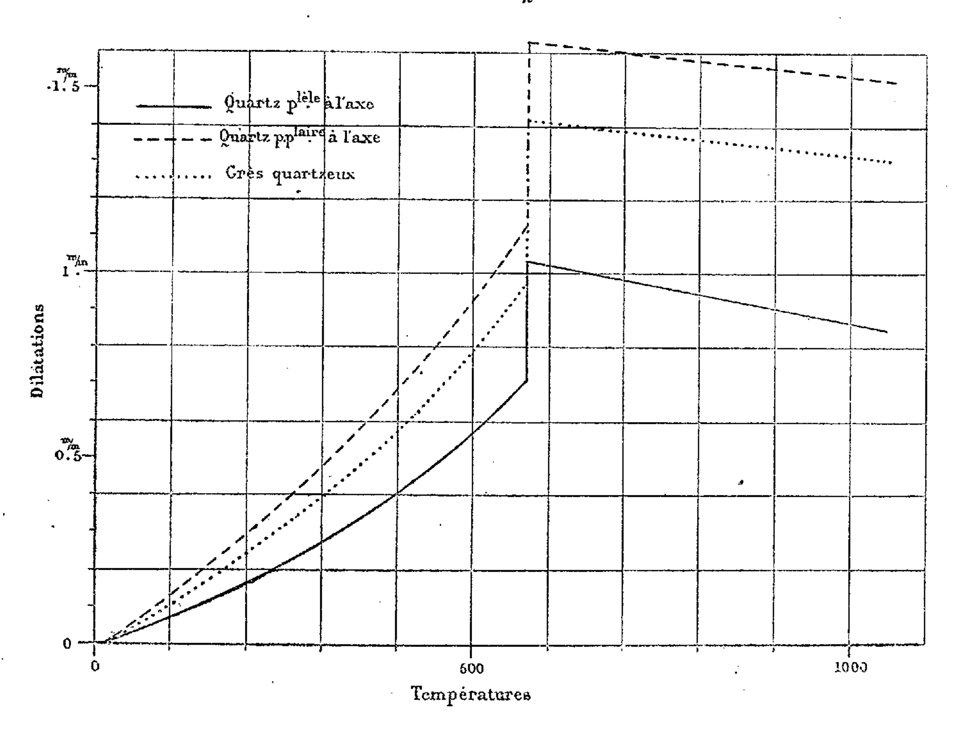
» Toutes ces expériences indiquent d'une façon incontestable un accroissement considérable de la dilatation entre 480° et 570°. Le grès quartzite de Bagnoles, en particulier, a présenté à la température de 570° des longueurs tellement différentes au refroidissement et à l'échauffement qu'il était impossible de songer à en faire la moyenne. Il paraît donc à cette température se produire un changement brusque des dimensions dans le quartz.

» Au-dessus de la température critique de 570°, le quartz cesse de se dilater, il se contracte au contraire légèrement.

» Le changement brusque de volume du quartz à 570° serait la cause principale, sinon unique, de la fissuration que l'on attribuait jusqu'ici à la mauvaise conductibilité de ce corps. C'est un phénomène analogue à celui

que l'on observe dans les transformations dimorphiques de la litharge, du sulfate de potasse et surtout du silicate dicalcique, qui se désagrègent plus complètement encore, grâce à l'existence de plans de clivages qui font défaut dans le quartz. Cette fissuration des matières siliceuses par l'action de la chaleur est utilisée dans l'industrie céramique pour faciliter les

Dilatation du Quartz



broyages et en même temps empêcher le gonflement ultérieur des pâtes. Elle a été mise à profit par M. Daubrée ([1]) pour la perforation de quartzites sous l'action d'un dard de chalumeau.

» Je donne dans le Tableau suivant les allongements de quelques silex calcédoines pendant leur première calcination; le gonflement permanent qu'ils conservent est infiniment plus considérable que pour le quartz proprement dit. Ils sont traversés après refroidissement par un nombre infini de fissures microscopiques, qui leur communiquent une opacité complète.

([1]) Daubrée, *Annales des Mines*, 5e série, t. XIX, p. 23; 1861.

Températures.	Agate.	Silex de la craie.	Bois silicifié.
15°	0,00	0,00	0,00
270	»	0,40	0,48
480	0,89	0,86	0,93
570	1,64	1,20	1,18
660	2,52	2,00	»
910	4,32	2,50	1,86
990	Cassé	2,40	1,93

» L'ensemble de ces mesures de dilatation paraît indiquer une transformation brusque des propriétés du quartz, sans pourtant le démontrer d'une façon indiscutable. On pourrait également représenter les résultats de l'expérience en admettant entre 400° et 600° un accroissement extrêmement rapide, mais continu de la dilatation, hypothèse bien invraisemblable, il est vrai, qui conduirait à une courbe présentant un point d'inflexion dont la tangente serait sensiblement verticale. Il serait intéressant de vérifier l'existence de cette transformation brusque par l'étude de phénomènes susceptibles de mesures plus précises que ne l'est la dilatation calorifique. A cette même température de 570°, la polarisation rotatoire, la double réfraction, la conductibilité électrique, la chaleur latente d'échauffement du quartz doivent éprouver également des variations brusques. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les variations de la fonction acide dans l'oxyde stannique*. Note de M. **Léo Vignon**.

« On sait que l'acide stannique est connu sous deux états de condensation moléculaire. M. Musculus a montré, en outre, qu'entre l'acide stannique SnO^3H^2 et l'acide métastannique $Sn^5O^{11}H^2, 4H^2O$, il existait une série d'acides intermédiaires dont il a pu analyser deux termes,

$$Sn^2O^5H^2, H^2O \quad \text{et} \quad Sn^3O^7H^2, 2H^2O.$$

» Mais, parmi les sels de ces différents acides, les stannates seuls sont cristallisables et peuvent offrir à l'analyse des garanties suffisantes de pureté.

» J'ai pensé que l'étude de la polymérisation de l'acide stannique pourrait être reprise avec fruit en s'appuyant sur les méthodes thermochimiques.

» Mes essais ont porté sur l'acide stannique préparé au moyen du chlo-

rure stannique, sur l'acide métastannique obtenu par la réaction de l'acide nitrique sur l'étain, et sur l'oxyde stannique calciné. Ces différents composés ont été mis en contact, dans le calorimètre, avec des solutions titrées de potasse pure en excès. Les phénomènes thermiques ont été mesurés.

» *Acide stannique.* — Je suis parti du chlorure stannique pur préparé par l'action du chlore sur l'étain. Ce composé, additionné de glace pilée, a fourni une solution renfermant $46^{cc},22$ de $SnCl^4.5H^2O$ pour 100^{cc}. L'acide stannique a été formé, pour certains essais, dans le calorimètre même, par la réaction

$$(1)\qquad SnCl^4 + 4KOH + Aq = SnO^3H^2 + 4KCl + H^2O + Aq.$$

» On a mesuré les dégagements de chaleur produits par l'addition d'une quantité de potasse suffisante pour dissoudre complètement l'acide stannique, soit 4KOH, d'après l'équation

$$(2)\qquad SnO^3H^2 + 4KOH + Aq = SnO^3K^2 + 2KOH + 2H^2O + Aq.$$

» Ces déterminations ont été faites avec différentes fractions *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, de 10^{cc} chacune, de la solution de chlorure stannique ayant subi des traitements distincts :

» *a* était préparée depuis vingt-quatre heures; *b* conservée à la température ordinaire pendant dix-sept jours; *c* conservée à la température ordinaire pendant trente jours; *d* chauffée en tubes scellés pendant quatre heures à 150°, avec quatre fois son volume d'eau; *e* chauffée en tubes scellés, quatre heures à 150°, avec 4KOH, et quatre fois son volume d'eau.

» Voici les résultats obtenus, en calories dégagées vers 14°-15°, pour $KOH = 4^{lit}$; au moment des mesures thermochimiques, la dissolution stannique, mélangée d'oxyde précipité dans les essais *d* et *e*, était étendue de manière à avoir $SnCl^4 = 8^{lit}$.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
1re *réaction :* $SnCl^4 + 4KOH + Aq =$ Cal...	51,2	»	»	51,6	»
2e *réaction :* $SnO^3H^2 + 4KOH + Aq =$ Cal...	32,7	31,3	29,6	25,7	21,3

» Quand il provient de chlorure stannique fraîchement préparé, l'acide stannique est donc un acide très énergique. En présence de peu d'eau 10^{cc} renfermant 46,22 pour 100 $SnCl^4, 5H^2O + 26^{cc}4KOH$ binormale), l'acide stannique reste dissous; la liqueur, soumise à la distillation, ne laisse dégager aucune trace d'acide chlorhydrique; elle décompose les carbonates à froid. L'addition d'une solution concentrée de sulfate de soude, à la température ordinaire, précipite complètement l'acide stannique.

» D'après ces essais, la chaleur de saturation par la potasse de l'acide stannique formé en présence de l'acide chlorhydrique ou du chlorure de potassium, à froid ou vers 150° en tube scellé, varie de 32,7 à 21,3. La polymérisation de cet acide semble donc être limitée dans ces conditions.

» Mais si l'on isole l'acide stannique du chlorure de potassium ou de l'acide chlorhydrique, et qu'on le laisse seulement en présence de l'eau, la fonction acide diminue de nouveau et de nouvelles polymérisations ont lieu.

» On a recueilli dans des volumes égaux d'eau distillée deux précipités d'acide stannique bien lavé, provenant de la précipitation totale par le sulfate de soude de deux essais de 10^{cc} de chlorure stannique, renfermant 46,22 $SnCl^4, 5H^2O$ pour 100. L'un d'eux, A, a été maintenu pendant vingt-quatre heures à 15°; l'autre, B, chauffé pendant une heure à 95°, a été abandonné ensuite au refroidissement.

» Le traitement par la potasse ($KOH = 4^{lit}$) a donné, dans le calorimètre :

A.	SnO^3H^2 étendu $+ 4KOH + Aq$ dégage...........	8^{Cal}
B.	SnO^3H^2 » $+ 4KOH + Aq$ »	4^{Cal}

» Ainsi donc, la polymérisation a fait de nouveaux progrès. Au point de vue chimique, les deux acides stanniques possèdent les propriétés attribuées à l'acide métastannique.

» *Acide métastannique.* — On a déterminé les quantités de chaleur dégagées par l'action de la potasse ($KOH = 4^{lit}$) sur (A) l'acide métastannique séché à l'air : il renferme $Sn^5O^{11}H^2, 20H^2O$; (B) chauffé à 110° : il renferme $Sn^5O^{11}H^2, 4H^2O$; (C) chauffé en tubes scellés avec quatre fois son poids d'eau, à 250° pendant quatre heures.

» On s'est assuré que l'addition d'un excès de potasse ne déterminait plus de dégagement de chaleur.

		Cal
(A)	$Sn^5O^{11}H^2, 20H^2O$ étendu $+ 2KOH$ dégage........................	11,5
(B)	$Sn^5O^{11}H^2, 4H^2O$ » $+ 2KOH$ »	10,8
(C)	$Sn^5O^{11}H^2, 20H^2O$ chauffé à 250° et étendu $+ 2KOH$ dégage	5,3

» *Oxyde stannique calciné.* — De l'acide métastannique (A) a été calciné au rouge vif pendant une heure : il prend une coloration brun foncé qui passe au gris clair par le refroidissement; en le soumettant dans le calorimètre à l'action de la potasse ($KOH = 4^{lit}$), on obtient

$Sn^5O^{11}H^2, 20H^2O$ calciné, puis étendu $+ 4KOH$ dégage... $+ 1^{Cal}$

» *Conclusions.* — Si, pour rendre tous ces résultats comparables, on les ramène à une molécule d'anhydride stannique SnO^2 étendu d'eau, on trouve que nos divers acides stanniques dégagent, pour la réaction

$$SnO^2 \text{ étendu} + 4KOH :$$

	Calories.	
1° Acide stannique en présence de l'acide chlorhydrique ou du chlorure de potassium	32,7	21,3
2° Acide stannique lavé en présence de l'eau distillée	8	4
3° Acide métastannique	2,30	1,06
4° Acide métastannique calciné	0,20	

» On est donc fondé à dire qu'il existe toute une série d'acides stanniques, dont le premier terme serait l'acide soluble et le dernier l'acide métastannique calciné. Ces acides se formeraient par des condensations successives semblant amenées, d'après la composition connue de l'acide métastannique, non par élimination d'eau, mais par des transpositions moléculaires coïncidant avec une diminution graduelle dans l'intensité de la fonction acide. On aurait ainsi la série

$$SnO^3H^2, \quad Sn^2O^5H^2, H^2O, \quad \ldots, \quad SnO^{2n+1}H^2, (H^2O)^{n-1}.$$

» La polymérisation de l'acide stannique est explicable par les propriétés acides très énergiques que possède cet acide sous sa forme la plus simple. Il a évidemment une tendance, en cet état, à se saturer lui-même par union avec un certain nombre de ses molécules fonctionnant comme bases.

» Il est probable que ces faits sont communs à un certain nombre d'oxydes métalliques capables d'exister sous plusieurs états, et notamment à la silice et à l'alumine. L'ordre de grandeur des forces chimiques mises en jeu explique la stabilité des produits de polymérisation de ces oxydes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide oxalomolybdique et les oxalomolybdates.* Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« L'acide molybdique MoO^3 se dissout facilement à l'ébullition dans l'acide oxalique, en donnant un liquide sirupeux, qui devient cristallin si on l'évapore, comme l'a indiqué Berzelius [1]. Cet auteur ne donne, d'ail-

---

[1] *Poggendorff's Annalen,* t. VI, p. 348.

leurs, aucune autre indication sur ce composé; il restait, par suite, à déterminer sa composition et sa fonction chimique.

» Je me propose de montrer qu'il s'est formé dans ces circonstances un véritable acide mixte dont les sels sont bien définis.

» *Acide oxalomolybdique.* — Pour obtenir de beaux cristaux de l'acide oxalomolybdique, on dissout dans l'eau acidulée d'acide nitrique le liquide sirupeux qui reste, lorsqu'on évapore la dissolution saturée de l'acide, et l'on abandonne le tout sous une cloche, dans l'air sec.

» Le rôle que joue l'acide nitrique dans cette cristallisation s'explique par le peu de solubilité de l'acide oxalomolybdique dans l'acide nitrique concentré. Si l'on ajoute, en effet, un excès d'acide nitrique à une dissolution saturée d'acide oxalomolybdique, la cristallisation se fait immédiatement, mais elle ne fournit que des cristaux trop petits pour être mesurés. En ajoutant quelques gouttes seulement d'acide nitrique à la dissolution d'acide oxalomolybdique, on a un liquide dans lequel peut cristalliser cet acide.

» On peut également obtenir l'acide oxalomolybdique en dissolvant dans l'acide oxalique l'hydrate d'acide molybdique $MoO^3, 2HO$.

» Les cristaux d'acide oxalomolybdique sont clinorhombiques, formés de faces p, h^3 dominantes et $b^{\frac{1}{2}}$ [1].

» Les dimensions de la forme primitive sont

$$a : b : c :: 0,9472 : 1 : 1,0729,$$

$$\widehat{ph^1} = 93°52'.$$

» La composition de l'acide oxalomolybdique correspond à la formule

$$C^4H^2O^8, 2MoO^3, 2HO,$$

justifiée par les déterminations suivantes :

		Calculé.	Trouvé. I.	II.	III.
$C^4H^2O^8$....	90	35,6	35	35	34,7
$2MoO^3$....	144	57,5	58	57	58
$2HO$......	18	6,9	6,5	7,5	8
	252	100,0	99,5	99,5	100,7

[1] Ces mesures sont dues à l'obligeance de M. Dufet, maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

» L'acide oxalomolybdique se dissout à froid dans l'eau, plus rapidement à chaud, en donnant un liquide incolore, fortement acide.

» *Oxalomolybdate d'argent.* — Ce sel s'obtient en chauffant un mélange d'acide oxalomolybdique et de nitrate d'argent dissous. On voit se précipiter avant l'ébullition un sel jaune nettement cristallisé.

» La composition de l'oxalomolybdate d'argent correspond à la formule

$$C^4Ag^2O^8, 2MoO^3,$$

justifiée par les déterminations suivantes :

		Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C^4O^8	88	19,6	19	18
$2Ag$	216	48,1	48	48,5
$2MoO^3$	144	32,3	31,8	33
	448	100,0	98,8	99,5

» L'oxalomolybdate d'argent est insoluble dans l'eau, même à chaud ; il se dissout facilement dans l'ammoniaque.

» *Oxalomolybdate de baryte.* — Si l'on ajoute du chlorure de baryum ou de l'eau de baryte à une dissolution d'acide oxalomolybdique, on obtient un précipité blanc, cristallin, qui se rassemble facilement.

» La composition de ce sel correspond à la formule

$$C^4Ba^2O^8, 2MoO^3,$$

justifiée par les déterminations suivantes :

		Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C^4O^8	88	23,8	23	23,2
$2Ba$	137	37,2	37	36
$2MoO^3$	144	39	39,8	40
	369	100,0	99,8	99,2

» *Oxalomolybdate de soude.* — Ce sel s'obtient en saturant avec une dissolution de soude l'acide oxalomolybdique en prenant comme indicateur le méthylorange. On obtient ainsi un liquide qui, mis à évaporer, devient sirupeux et laisse déposer des cristaux incolores.

» La composition de ce sel correspond à la formule

$$C^4Na^2O^8, 2MoO^3 + 10HO,$$

justifiée par la détermination suivante :

		Calculé.	Trouvé.
C^4O^8..............	88	23,9	23
2Na................	46	12,5	13
$2MoO^3$.............	144	39	40
10HO..............	90	25,6	25
	368	100,0	101

» Les cristaux d'acide oxalomolybdique, quand ils sont secs, se conservent sans altération dans l'obscurité ou à la lumière. S'ils sont humides, ils bleuissent quand on les expose aux rayons solaires. Cette action de la lumière sur l'acide oxalomolybdique peut être mise en évidence par quelques expériences.

» Sur une feuille de papier on trace des caractères avec la solution d'acide oxalomolybdique; ces caractères restent invisibles à une faible lumière; mais, dès qu'on les expose au soleil, on les voit rapidement prendre une coloration bleu indigo. Cette action de la lumière n'a lieu que quand le liquide est desséché sur le papier. La dissolution de l'acide oxalomolybdique reste, en effet, incolore, même au soleil : les bords seuls du vase qui la contient se colorent en bleu.

» J'ai pu obtenir des épreuves photographiques assez nettes en me servant de l'acide oxalomolybdique comme substance impressionnable. Je me sers comme papier sensible d'une feuille trempée dans une solution concentrée de l'acide et séchée dans l'obscurité. Le papier ainsi obtenu est blanc et mis derrière un cliché négatif; il donne une épreuve positive bleue après une exposition d'une dizaine de minutes au soleil.

» La coloration bleue de l'acide oxalomolybdique impressionné par la lumière disparaît immédiatement au contact de l'eau. Il suffit, sur une feuille sensible qui a été bleuie au soleil, de promener une pointe humide pour obtenir des caractères blancs sur fond bleu. Si, enfin, on chauffe assez fortement des caractères tracés avec l'acide oxalomolybdique sur une feuille de papier, on les voit virer au noir, et les caractères ainsi obtenus ne sont pas détruits par l'eau. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide phosphoreux*. Note de M. **L. Amat**, présentée par M. Troost.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente ([1]), que le phosphite acide de soude peut, sous l'action de la chaleur, perdre de l'eau et se transformer en pyrophosphite de soude. Les autres phosphites acides semblent se comporter comme le sel de soude, seulement la déshydratation est en général beaucoup plus difficile; pour y arriver, j'ai dû chauffer le sel dans le vide sec, à une température aussi élevée que possible, mais inférieure à celle où il commence à se dégager de l'hydrogène phosphoré.

» Les dissolutions de pyrophosphite ne se conservent pas indéfiniment, ces sels s'hydratent peu à peu et se transforment en phosphites acides

$$P^2O^5H^2Na^2 + H^2O = 2POH(ONa)(OH).$$

» *Transformation en liqueur neutre.* — Une dissolution aqueuse de pyrophosphite de soude se transforme en phosphite acide *d'autant plus rapidement que la dissolution est plus concentrée et la température plus élevée.*

» A la température ordinaire, une dissolution très concentrée de pyrophosphite de soude se transforme en grande partie en phosphite au bout de quelques jours; à l'ébullition, la transformation est complète au bout de quelques heures, même avec une dissolution très étendue. Mais, si la dissolution est très étendue et froide, la transformation est au contraire très lente; ainsi à 0°, pendant un mois, dans une dissolution de 1gr,352 de pyrophosphite de soude pour 10gr d'eau, il n'y avait que $\frac{1}{25}$ de phosphite acide formé.

» On peut montrer facilement cette transformation de la manière suivante. On fait une dissolution de 1 partie de pyrophosphite de soude pour 3 d'eau; une portion de la liqueur est conservée à la température ordinaire, tandis qu'une autre portion est portée à l'ébullition pendant cinq minutes au moins, en évitant autant que possible la concentration de la dissolution, puis ramenée à la température ordinaire. Tandis que la partie du liquide restée froide ne donne pas de précipité avec une dissolution de nitrate d'argent à 1 pour 100, ce qui est le caractère des

([1]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1400.

pyrophosphites, la partie du liquide portée à l'ébullition donne un précipité blanc, qui ne tarde pas à noircir, précipité qui indique la formation du phosphite acide de soude dans la dissolution.

» Malgré cette transformation rapide en liqueur concentrée, on peut obtenir du pyrophosphite de soude cristallisé par évaporation d'une de ses dissolutions. Pour cela on met dans un verre de montre placé dans le vide sec une dissolution saturée de pyrophosphite de soude; si l'on a mis assez peu de liquide, l'évaporation est complète au bout de deux ou trois heures. On obtient ainsi des cristaux microscopiques, agissant sur la lumière polarisée et ayant pour formule $P^2O^5H^2Na^2$.

» *Transformation en liqueur acide.* — La présence d'un acide, l'acide sulfurique par exemple, accélère considérablement la transformation. S'il y a beaucoup d'acide, la transformation est immédiate; d'où un moyen commode d'étudier, au point de vue calorimétrique, la transformation d'un pyrophosphite en phosphite acide correspondant. Si l'on opère avec des dissolutions d'acide sulfurique étendues ($\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{100}$ de SO^4H^2 par litre), on peut constater que la transformation est *d'autant plus rapide :*

» 1° Que la quantité d'acide est plus grande; 2° que la dissolution est plus concentrée; 3° que la température est plus élevée.

» A l'ébullition, pour peu que la dissolution soit acide, la transformation est immédiate.

» *Acide pyrophosphoreux.* — Les recherches précédentes montrent que, pour pouvoir obtenir une dissolution d'acide pyrophosphoreux, il faut opérer à une température aussi basse que possible et en dissolution très étendue. A cet effet, j'ai préparé du pyrophosphite de baryte par déshydratation du phosphite acide; comme les dernières traces d'eau s'échappent avec une très grande difficulté, ce pyrophosphite contenait encore un peu de phosphite; j'en ai pesé $1^{gr},180$ que j'ai versé dans une quantité juste équivalente d'acide sulfurique étendu, occupant 200^{cc} et refroidi à 0°. Après agitation, j'ai laissé déposer le sulfate de baryte et le liquide décanté a été filtré au moyen d'un entonnoir entouré de glace et conservé à 0°.

» L'opération a duré de trente à trente-cinq minutes; la dissolution ne contenait pas trace d'acide sulfurique, c'était un mélange de 1 partie d'acide pyrophosphoreux pour 0,74 d'acide phosphoreux. On aurait pu obtenir une dissolution contenant relativement moins d'acide phosphoreux en opérant plus rapidement et surtout en dissolution plus étendue. Cette dissolution ne se conserve pas; deux heures après, la composition du liquide était la suivante : 1 d'acide pyrophosphoreux pour 2,4 d'acide phos-

phoreux, et le lendemain, seize heures après la préparation, il n'y avait plus d'acide pyrophosphoreux.

» Si l'on porte la dissolution à l'ébullition, la transformation est immédiate.

» On voit que ce phénomène rappelle celui de l'hydratation des acides pyrophosphorique et métaphosphorique, avec cette différence que, dans le cas de l'acide pyrophosphoreux, la transformation est beaucoup plus rapide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action par la voie sèche des méta-, pyro- et ortho-arséniates alcalins sur les oxydes alcalino-terreux*. Note de M. **Lefèvre**, présentée par M. Troost.

« *Baryte*. — La baryte anhydre se dissout facilement dans le méta-arséniate de potasse en fusion. Les cristaux que l'on obtient par refroidissement lent de la matière s'altèrent très rapidement par l'eau. Ils deviennent opaques et se transforment en petits cristaux dont la composition est $2BaO, HO, AsO^5 + 2HO$. Pour avoir un produit inaltéré, nous avons employé la glycérine anhydre, qui dissout les arséniates alcalins à la température du bain-marie. La glycérine qui imprègne les cristaux étant ensuite enlevée au moyen de l'alcool absolu, nous avons obtenu un produit formé de prismes orthorhombiques de composition $2BaO, AsO^5$ et analogue au phosphate qui se produit dans des conditions semblables. En ajoutant du chlorure de potassium au mélange fondu, on trouve les mêmes résultats tant que la quantité d'arséniate est supérieure à 60 pour 100. Si elle devient inférieure, le chlorure alcalin réagit sur l'arséniate formé pour donner un chloro-arséniate et l'on a un mélange.

» Le chlorure de baryum, ajouté à du méta-arséniate de potasse, donne le produit $2BaO, AsO^5$. En ajoutant au mélange du chlorure de potassium, on peut obtenir selon les proportions, comme l'a montré M. Ditte, soit un arséniate, soit une apatite, ou une wagnérite arséniée.

» Le pyro- et l'ortho-arséniate de potasse additionnés de chlorure de potassium, qui apporte de la fluidité à la masse, donnent de petits prismes transparents de composition $2BaO, KO, AsO^5$, analogues au phosphate correspondant. Si la proportion d'arséniate devient inférieure à 18 pour 100 pour le pyro-arséniate ou à 8 pour 100 pour l'ortho-arséniate, on obtient des produits renfermant du chlore.

» Le méta-arséniate de soude se conduit comme le méta-arséniate de potasse. Le pyro- et l'ortho-arséniate de soude donnent de larges lamelles cubiques ayant pour composition $3BaO, AsO^5$, altérables par l'eau bouillante. Ce corps est analogue au phosphate qui prend naissance dans les conditions correspondantes.

» *Strontiane*. — Le méta-arséniate de potasse donne un produit altérable par l'eau, moins cependant que celui que l'on obtient avec la baryte. La glycérine employée comme dissolvant donne le produit $2SrO, AsO^5$ cristallisé comme $2BaO, AsO^5$.

» L'addition de chlorure de potassium donne les mêmes résultats tant que la proportion d'arséniate n'est pas inférieure à 75 pour 100. Le pyro- et l'ortho-arséniate de potasse donnent un produit de composition $2SrO, KO, AsO^5$ qui rappelle le produit correspondant de baryte, tant que la proportion d'arséniate ne descend pas au-dessous d'une certaine limite.

» Avec le méta-arséniate de soude, on peut obtenir suivant les proportions d'oxyde, soit $2SrO, AsO^5$, soit un mélange de ce produit avec $3SrO, AsO^5$. Ce dernier corps, qui a l'aspect de longs prismes transparents appartenant au système orthorhombique, s'obtient facilement avec l'ortho-arséniate de soude. Quant au pyro-arséniate de soude, il donne un produit de composition $2SrO, NaO, AsO^5$, analogue au phosphate correspondant. Les cristaux sont dendritiques et souvent groupés sous forme de rosaces à six branches.

» *Chaux*. — Le produit que l'on obtient avec le méta-arséniate de potasse est moins altérable par l'eau que les produits correspondants de la baryte et de la strontiane. Par une lévigation rapide on peut obtenir des prismes orthorhombiques de composition $2CaO, AsO^5$. L'addition au mélange de chlorure de potassium donne les mêmes résultats tant que la proportion d'arséniate ne devient pas inférieure à 85 pour 100. Le pyro- et l'ortho-arséniate de potasse nous ont donné le corps $2CaO, KO, AsO^5$, analogue au produit correspondant de la baryte et de la strontiane.

» Le méta-arséniate de soude donne de larges lamelles clinorhombiques de composition $3CaO, 3NaO, 2AsO^5$, analogues au phosphate correspondant. Avec le pyro- et l'ortho-arséniate de soude, additionnés de chlorure de sodium, on obtient le produit $2CaO, NaO, AsO^5$, analogue au composé de la strontiane obtenu dans des conditions semblables.

» En résumé, dans l'ensemble de ces recherches, la proportion limite d'arséniate va en diminuant de la baryte à la chaux, selon que l'on veut obtenir des produits exempts de chlore. Autrement dit, la chaux a plus de tendance à former des chloro-arséniates que la baryte. D'autre part, la baryte

a plus de tendance à donner des composés simples que la chaux. La strontiane sert d'intermédiaire aux deux bases alcalino-terreuses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les malonates d'ammoniaque.* Note de M. **Massol.**

« Les chaleurs de neutralisation sont :

	Cal
$C^6H^4O^8$ (un équivalent $= 4^{lit}$) + AzH^3 (un équivalent $= 2^{lit}$)............	+12,14
$C^6H^4(AzH^3)O^8$ (un équivalent $= 6^{lit}$) + AzH^3 (un équivalent $= 2^{lit}$)......	+12,90
$C^6H^4O^8$ (un équivalent $= 4^{lit}$) + $2AzH^3$ (un équivalent $= 2^{lit}$)...........	+25,04

» 1° *Malonate acide d'ammoniaque.* — La solution de ce sel convenablement évaporée donne par refroidissement de beaux cristaux incolores, brillants, très déliquescents. Pulvérisés et séchés sur une plaque de porcelaine poreuse, ils présentent une composition correspondant à la formule $C^6H^4(AzH^3)O^8$, c'est-à-dire au sel anhydre.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé.
Acidité évaluée en acide malonique...........	42,64	42,97
AzH^3.......................................	14,01	14,05

» La chaleur de dissolution, pour un équivalent $= 121$ dans 6^{lit} d'eau à 16°, a été trouvée de $-6^{Cal},048$ et $-5^{Cal},97$; moy. $-6^{Cal},01$. On en déduit pour la chaleur de formation

$$C^6H^4O^8 \text{ sol.} + AzH^3 \text{ gaz} = C^6H^4(AzH^3)O^8 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +22^{Cal},78$$

» 2° *Malonate neutre d'ammoniaque.* — Finkelstein [1] a constaté que les solutions de malonate neutre d'ammoniaque perdent de l'ammoniaque lorsqu'on les évapore, et donnent des produits acides incristallisables. Il en est de même lorsqu'on abandonne à la température ordinaire, et en présence de chaux vive, une solution d'acide malonique saturée par un excès d'ammoniaque.

» J'ai répété ces expériences et obtenu des produits cristallisés en fines aiguilles soyeuses, très déliquescents, mais de composition variable avec

(1) *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. CXXXIII, p. 338.

chaque échantillon, et probablement en relation avec la durée de l'évaporation.

» Cependant j'ai réussi à préparer ce sel neutre en faisant passer un courant de gaz ammoniac sec sur ces malonates acides, déshydratés par une longue dessiccation dans l'étuve à 100° et finement pulvérisés. L'absorption est lente, et il faut plusieurs jours pour que la saturation soit complète.

» Le sel neutre ainsi obtenu est blanc, pulvérulent, très déliquescent. J'ai trouvé à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^4(AzH^3)^2O^8$.
AzH^3	24,19	24,63
C	25,95	26,08
H	6,74	7,24

» Le produit analysé correspond au sel neutre anhydre; il renferme sensiblement 2 pour 100 d'eau retenue mécaniquement et dont on a tenu compte dans les calculs.

» La chaleur de dissolution (pour un équivalent = 138 dans 8^{lit} d'eau) a été trouvée de $-2^{Cal},53$ à 15° C.

» Ces données ont permis de calculer la chaleur de formation :

$$C^6H^4O^8 \text{ sol.} + 2AzH^3 \text{ gaz} = C^6H^4(AzH^3)^2O^8 \text{ sol.} \ldots\ldots + 41^{Cal},015$$

soit pour $\frac{1}{2}C^6H^4(AzH^3)^2O^8 = +20^{Cal},50$.

» Ces nombres sont intermédiaires avec ceux qui correspondent aux oxalate et succinate neutres d'ammoniaque : $+48^{Cal},8$ (B.) et $+39^{Cal},4$ (Ch.), mais toujours plus rapprochés de ces derniers.

» Cette observation s'étend aux sels de potasse et de soude, ainsi que l'indique le Tableau suivant :

	K.	Na.	AzH^3.
Oxalates	+58,8	+53,0	+48,8
Malonates	+48,56	+41,5	+41,01
Succinates	+46,40	+40,0	+39,40

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la proportion de nitrates contenus dans les pluies des régions tropicales.* Note de MM. **A. Muntz** et **V. Marcano**, présentée par M. Schlœsing.

« Sous l'influence de l'électricité atmosphérique, l'azote se combine à l'oxygène pour former des nitrates et des nitrites qui flottent dans l'air et que les eaux pluviales dissolvent sur leur parcours. Les savants qui se sont occupés de l'étude chimique de l'air ont attaché une grande importance à la détermination de l'acide nitrique dans la pluie. Les travaux les plus étendus sur ce sujet sont dus à Boussingault.

» Non seulement ces constatations appelaient l'attention comme mesurant un phénomène naturel produit sur toute la surface du globe, mais elles devaient encore servir à déterminer la part contributive de l'atmosphère dans l'alimentation azotée des plantes. A ce dernier point de vue elles ont aujourd'hui moins d'utilité, puisque des travaux récents ont fait prévaloir l'opinion d'une fixation de l'azote libre. Mais elles gardent toute leur valeur en tant que servant à apprécier l'intensité des phénomènes électriques, et les nombreuses données recueillies jusqu'à ce jour n'ont rien perdu de leur intérêt.

» Il nous a semblé que divers points se rattachant à la production des nitrates au sein de l'atmosphère sont encore à élucider. En particulier, on n'est pas suffisamment fixé sur les variations qui existent dans les régions placées sous diverses latitudes.

» Déjà quelques données ont été recueillies sur ce point et semblent montrer que la proportion de nitrate augmente dans l'eau de pluie des pays chauds [1]. L'intensité et la continuité des phénomènes électriques au voisinage de l'Équateur nous ont engagés à instituer des observations suivies dans les pays où ils se manifestent avec le plus d'énergie. La préparation et la conservation des échantillons ont été opérées d'après une méthode déjà décrite [2]. L'une des stations que nous avons choisies est située à Caracas (Venezuela), à 10°,3 de latitude nord et à une altitude de 922^{m}. Le climat est caractérisé par une température variant entre de faibles

[1] Chabrier, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII; Dehérain, *Annales agronomiques*, t. X, p. 83.

[2] MM. A. Muntz et E. Aubin, *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 240.

limites (moyenne 21°,8), par l'inégale répartition des pluies, par la violence et la fréquence des orages. Nos observations embrassent une période de deux années et donnent ainsi une moyenne plus rigoureuse. Toutes les pluies ont été recueillies pendant cette période et analysées soit séparément, soit réunies en un seul échantillon mensuel. On a recueilli 121 pluies, dont 63 en 1883 et 1884 et 58 en 1885.

» La moyenne d'acide nitrique par litre a été :

	mgr
De juillet 1883 à juillet 1884	2,45
De janvier 1885 à décembre 1885	2,01
Soit comme moyenne générale	2,23

» La pluie la plus riche (19 octobre 1883) a donné la proportion énorme de $16^{mgr},25$; la plus pauvre, seulement $0^{mgr},20$.

» Comparons ces chiffres à ceux qui ont été obtenus sous nos climats. Boussingault a trouvé comme moyenne, à la station du Liebfrauenberg (Alsace), une quantité de $0^{mgr},18$ d'acide nitrique par litre. MM. Lawes et Gilbert donnent pour Rothamsted (Angleterre) une moyenne de $0^{mgr},42$.

» Il y a donc, dans les pluies des régions équatoriales, beaucoup plus de nitrate que dans celles des pays tempérés; notre moyenne est près de treize fois plus élevée que celle de Boussingault et cinq fois et demie plus élevée que celle de MM. Lawes et Gilbert. Cette richesse si grande est attribuable à l'exagération des tensions électriques et aux décharges fréquentes qui opèrent sur leur parcours l'oxydation de l'azote.

» Si, au lieu de comparer entre eux les taux d'acide nitrique par litre, nous envisageons les quantités totales, amenées à l'unité de surface de terre, dans le courant d'une année, les différences s'accentuent encore. On sait que les hauteurs d'eau tombée sous les tropiques sont en général bien supérieures à ce qu'elles sont dans les pays tempérés; souvent elles atteignent et dépassent 4^m. Dans notre station de Caracas, située à une assez grande altitude et au milieu de terrains boisés, les pluies sont relativement moins abondantes. Elles varient d'ailleurs d'une année à l'autre dans de très fortes proportions, souvent du simple au double.

» Codazzi [1] donne pour Caracas une hauteur de $1^m,692$. Ce chiffre est exagéré. M. Aveledo, qui depuis vingt années fait des observations météorologiques régulières à Caracas, a bien voulu nous en communiquer les résultats, qui donnent une hauteur moyenne annuelle très voisine de 1^m. Nos

---

[1] *Resumen de la geografia de Venezuela.*

propres observations, faites de 1883 à 1885, montrent également l'inexactitude de chiffres plus élevés; mais dans des régions voisines il tombe jusqu'à 4^{m} d'eau.

» En admettant la hauteur de 1^{m}, la quantité d'azote apportée au sol à l'état de nitrate correspond, pour une surface d'un hectare, à

	kg
Azote	5,782
Alors que Boussingault a trouvé en Alsace...........	0,330
Et MM. Lawes et Gilbert en Angleterre	0,830

» Dans une autre station tropicale, située à Saint-Denis (île de la Réunion), à 20°,5 de latitude sud, M. Raimbault, ancien élève de l'Institut agronomique et Directeur de la Station agronomique de cette colonie, a prélevé, pendant les années 1886 et 1887, 19 échantillons d'eau de pluie qui ont donné :

Acide nitrique par litre, en moyenne............... $2^{mgr},67$

avec un maximum de $12^{mgr},5$ et un minimum de $0^{mgr},4$.

» En admettant ici encore une hauteur annuelle de pluie de 1^{m}, chiffre qui ressort de diverses observations, on constate un apport par hectare de $6^{kgr},93$ d'azote nitrique.

» On voit que, si les quantités d'azote apportées sous forme de nitrate à nos cultures, par les eaux pluviales, sont négligeables sous nos climats, il n'en est pas ainsi sous les tropiques, où les pluies constituent une véritable fumure azotée, équivalant, pour l'azote nitrique seulement, à près de 50^{kg} de nitrate de soude par hectare.

» Nul doute que cette abondance d'azote sous une forme éminemment assimilable ne contribue au développement luxuriant des végétations tropicales. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Étude sur la richesse en gluten du blé.*
Note de MM. **E. Gatellier** et **L. L'Hote.**

« *Comparaison de l'influence de la culture et de la variété sur la richesse en gluten.* — Il ressort de nos études sur la culture du blé que la richesse en gluten dépend : 1° de la récolte précédente, de l'apport d'engrais, en un mot, de la teneur en azote du sol; 2° de l'espèce ensemencée. Il nous res-

tait à examiner, de ces deux causes, quelle est celle dont l'influence est la plus grande.

» Dans les expériences précitées, exécutées sur la ferme de Chaillouet, nous avons observé un écart en gluten de 2,50 pour 100 environ entre le blé le plus riche et le plus pauvre, sur 11 variétés de blé d'automne.

» Nous avons analysé, en 1887, 45 variétés de blé provenant de croisements divers récoltés dans le même sol, avec le même engrais, et nous avons trouvé :

Comme maximum de gluten	19,18
Comme minimum »	14,31
Écart	4,87

» M. Florimond Desprez, à Capelle (Nord), sur des expériences faites sur 17 variétés, a trouvé pour le dosage du gluten de blé ramené à l'état sec :

Comme maximum, blé roseau	13,60
Comme minimum, blé poulard d'Australie	9,39
Écart	4,21

» Il s'est trouvé que 4 espèces de blé, parmi les variétés cultivées par M. Desprez en 1887, ont été en même temps cultivées par nous dans un sol de jardin et analysées la même année.

» Voici les différences de richesse des mêmes blés dans des cultures différentes :

	Roseau.	Victoria blanc.	Bergues.	Shireff.
A la Ferté-sous-Jouarre	17,31	17,68	16,18	16,12
A Capelle	13,61	12,58	13,10	9,89
Écart	3,70	5,10	3,08	6,23

» Nous avons cultivé, en 1888, trois mêmes espèces de blé dans deux sols différents.

» 1° A la Ferté-sous-Jouarre, dans un sol riche de jardin donnant à l'analyse par kilogramme de terre fine et sèche :

Acide phosphorique	3,050
Azote	2,230

» 2° A Luzancy, dans un sol plus pauvre donnant à l'analyse :

Acide phosphorique	1,030
Azote	1,520

et nous avons obtenu les résultats suivants en gluten :

	Shireff-Hongrie.	Hongrie-Shireff.	Belotourka-Shireff.
A la Ferté-sous-Jouarre	15,75	15,43	15,31
A Luzancy	13,18	11,87	12.81
Écart	2,57	3,56	2,50

» On voit par ces chiffres qu'il peut exister d'aussi grandes différences dans la richesse en gluten de diverses espèces cultivées dans le même sol qu'entre les mêmes espèces provenant de cultures différentes.

» Du reste, l'influence de la culture sur la richesse en gluten du blé nous est donnée par un exemple frappant : les blés d'origine anglaise sont généralement assez pauvres en gluten, et ce sont ces blés qui, semés en Amérique et en Australie dans des terres azotées provenant de défrichements de prairies ou de bois, donnent des qualités riches en gluten. Il est vrai que ces blés récoltés dans ces terres vierges se déforment. Au lieu d'être ronds, ils deviennent allongés. Cette variation de forme tient à la plus grande richesse en gluten provenant d'une plus grande absorption d'azote fourni par le sol.

» D'après la constitution du grain de blé indiquée par M. Aimé Girard, le ciment de gluten qui entoure le grain d'amidon est moins abondant dans la partie centrale où il y a plus d'amidon, et plus abondant dans la partie extérieure de l'amande où il y a moins d'amidon. Il est donc nécessaire, pour qu'il y ait plus de gluten dans le blé, que la surface périphérique de l'amande attenant au son se développe par rapport au volume total, c'est-à-dire qu'elle s'éloigne de la surface sphérique en s'allongeant.

» *Conclusions.* — En résumé, si, dans la culture de la betterave à sucre, l'influence de la graine pour la production du sucre est tout à fait prédominante et si la richesse en sucre ne se concilie généralement pas avec le rendement en poids, il n'en est pas de même de la culture du blé.

» Là, il est possible d'obtenir à la fois et la grande production et la richesse en gluten.

» Il suffit, pour cela : 1° d'avoir soin de donner à la terre comme engrais, après les récoltes épuisantes d'azote telles que la betterave, des substances azotées en se gardant toutefois d'ajouter des quantités excessives d'azote qui pourraient produire la verse ou l'échaudage du blé; 2° d'ensemencer des espèces qui soient à la fois et productives et riches en gluten.

» C'est à la recherche de ces espèces pouvant donner à la fois le rendement cultural, le rendement en farine et la richesse en gluten que nous nous sommes attachés en créant de nouvelles espèces de blé par des croisements artificiels.

» Ces recherches, effectuées avec le concours de M. Schribaux, feront l'objet d'une prochaine Communication à l'Académie. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude sur la fermentation alcoolique du lait.* Note de M. **Martinand**, présentée par M. Duclaux.

« La fermentation alcoolique du lait se produit avec les levures décrites par MM. Duclaux [1] et Adametz [2], sans amener de coagulation. Cependant M. Duclaux fait observer que le lait, qui a fermenté avec la levure qu'il a décrite, ne peut plus supporter l'ébullition sans se coaguler.

» J'ai reconnu que, dans certaines conditions, les deux phénomènes, fermentation alcoolique du sucre et coagulation du lait, se produisent avec tous les genres de levures, y compris celle de Duclaux.

» Si l'on ensemence une solution de 10 pour 100 de glucose ou de maltose, additionnée d'une quantité de lait variable de 10 à 80 pour 100, avec la levure de Duclaux ou avec un des genres de Saccharomyces suivants : *cerevisiæ, ellipsoideus, pastorianus* et *apiculatus,* le lait se coagule dans un laps de temps variant de dix-sept à cent soixante heures.

» Le même phénomène a lieu si l'on remplace ces sucres par du saccharose, excepté cependant avec le *S. apiculatus.* Il y aurait là un moyen de rendre plus évidente l'absence de l'invertine dans la culture de la levure apiculée.

» La coagulation n'est pas due aux produits acides de la fermentation ; une solution de sucre et de lait qui a subi la fermentation et qui a été filtrée au filtre Chamberland est incapable de coaguler la moindre quantité de lait. Cette expérience n'est concluante qu'au regard des produits acides. Elle ne l'est pas au regard de la présure, qui, si elle est en faible quantité, aurait pu être retenue par le corps poreux ; mais elle montre au moins que la sécrétion par la levure de cette diastase doit être exactement limitée à ses besoins.

» J'ai étudié les conditions qui favorisent ou retardent cette coagulation, en faisant varier les quantités d'eau et de sucre, isolément et simultanément, et en portant même le sucre à une proportion plus forte que celle que l'on rencontre dans le lait.

» Une première série d'essais, faits en ensemençant la levure de Duclaux

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, n° 12, 25 décembre 1887.

(2) *Centralblatt f. Bact.*, t. V, p. 116.

dans du lait pur ou dans du lait renfermant 20, 35, 60, 70, 80 et 90 pour 100 d'eau, donne les résultats résumés dans le Tableau suivant :

Quantité d'eau contenue dans le lait.	Coagulation.	Alcool produit pour 100.
Lait pur...........	Nulle	2,55
20 pour 100.........	Id.	1,85
35 »	Après 95 heures	1,04
60 »	» 56 »	0,80
70 »	» 54 »	0,57
80 »	Nulle	0,39
90 »	Id.	0,10

» Les deux solutions à 80 et 90 pour 100 d'eau contenant peu de lait, par suite peu de lactose, ne se coagulent pas; celles à 70, 60 et 35 pour 100 se coagulent en un temps d'autant plus long que la quantité de lait est plus grande; enfin celle à 20 pour 100 ne se coagule pas au bout de quinze jours; il en est de même pour le lait pur.

» Pour faire coaguler toutes ces solutions, il faut les enrichir en sucre fermentescible. Si l'on ajoute 10 pour 100 de saccharose, on obtient les résultats suivants :

Quantité d'eau contenue dans le lait.	Coagulation.	Alcool produit pour 100.	Azote contenu dans le liquide filtré au filtre Chamberland.	Azote $\times$ 6,25.	Matières albuminoïdes pour 100 de lait pur.
Lait pur....	Après 155 heures	3,98	0,0581	0,363	0,363
20 pour 100.	» 140 »	4,36	0,0376	0,234	0,292
35 » .	» 135 »	3,54	0,0290	0,181	0,279
60 » .	» 108 »	2,21	0,0239	0,149	0,373
70 » .	» 90 »	1,82	0,0185	0,115	0,385
80 » .	» 84 »	1,66	0,0176	0,110	0,550
90 » .	» 55 »	0,55	0,0110	0,068	0,687

» On voit donc que, lorsque le sucre fermentescible est en grande quantité dans le lait, la coagulation est d'autant plus rapide que le lait est plus dilué. Les mêmes essais, faits en remplaçant le saccharose par le lactose, ont conduit aux mêmes différences pour le temps de la coagulation.

» Le *S. cerevisiæ* donne des résultats analogues à ceux ci-dessus; mais il ne fait pas coaguler du lait pur ou additionné de 20 pour 100 d'eau, si ce dernier contient moins de 3 pour 100 de saccharose.

» L'examen du processus de la coagulation donne lieu aux observations

suivantes : si l'on fait fermenter du lait pur filtré à la bougie Chamberland, on voit, avant qu'il se soit formé une quantité appréciable d'alcool, que le liquide se trouble et qu'un fin précipité se sépare nettement du liquide. En opérant avec la même solution, mais non filtrée, le coagulum ne se produit pas brusquement; il se forme, au contraire, un dépôt de caséine qui augmente jusqu'à la fin de la fermentation. Il arrive, lorsque les conditions ne sont pas très favorables, que la coagulation ne se termine pas. De la caséine précipitée, redissoute dans une solution sucrée et filtrée au filtre Chamberland, donne lieu aux mêmes observations, lorsqu'on la fait fermenter.

» L'action de la levure sur la caséine soluble, la caséine en suspension et la caséine précipitée et redissoute est donc la même, ce qui n'a pas lieu de surprendre si l'on admet que dans le lait il n'y a qu'une seule matière albuminoïde. »

MINÉRALOGIE. — *Fer oligiste spéculaire cristallisé de Bom Jesus dos Meiras, province de Bahia, Brésil.* Note de **DOM PEDRO AUGUSTO DE SAXE-COBOURG-GOTHA**, présentée par M. Daubrée.

« Sur ce magnifique échantillon l'on remarque deux individus de la combinaison a^1 (0001), p ($10\bar{1}1$), e^3 ($22\bar{4}3$), b^1 ($01\bar{1}2$), e^5 ($42\bar{6}5$), d^1 ($11\bar{2}0$), les deux dernières faces étant peu développées. Suivent les mesures que j'ai pu faire, mises en rapport avec les résultats obtenus par feu M. Dufrénoy, dont j'ai adopté les symboles, et une observation de M. Bücking :

$a^1\,p$	123°.00′	Dufrénoy	122°.30′.20″
$e^3\,p$	154.30	»	153.3
$e^3\,e^3$	127.30	»	128.5
$a^1\,b^1$	142.30	Bücking	141.38.30

» Il existe une conjonction des deux individus parallèlement à la face a^1 (0001), et sur la grande surface de l'échantillon l'on voit un sillon ondulé caractéristique, et d'un côté un angle rentrant.

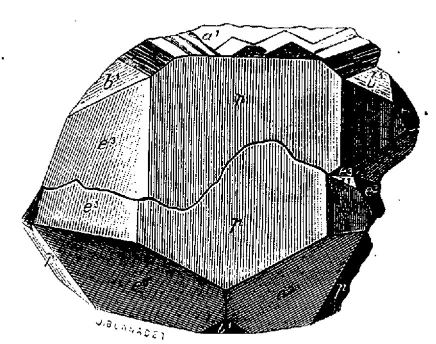
» La face b^1 d'un individu forme avec la face e^3 de l'autre un angle rentrant de 96°30′ suivant une première observation, ou de 97°15′ d'après une seconde mesure.

» La face p du premier cristal forme un angle de 112°30′ avec la face e^3 appartenant au second.

» Des stries triangulaires sont très visibles sur la face a^1.

» Les arêtes de $a^1\ b^1$ sont arrondies par un striage d'oscillation.

» La face p présente des stries verticales.



XLS. Fer oligiste spéculaire de Bom Jesus dos Meiras, province de Bahia. $\frac{2}{3}$ de la grandeur naturelle.

» Toutes les faces sont très brillantes et polies. En étudiant la face p, il semble que l'individu supérieur a été poussé contre l'inférieur, dans une surface parallèle à la face a^1.

» Cette pièce remarquable appartient à la collection du Muséum national de Rio de Janeiro. Elle a $0^m,10$ de haut et $0^m,19$ de large. La photographie ci-jointe présente $\frac{2}{5}$ de la grandeur naturelle. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'albite de Morro Velho.* Note de **DOM PEDRO AUGUSTO DE SAXE-COBOURG-GOTHA**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai déjà eu l'occasion d'indiquer rapidement les propriétés optiques de l'albite de cette localité ([1]), ayant obtenu dans le plan g^1 un maximum d'extinction suivant l'arête pg^1, de $+19°13'30''$, et sur la face p un de $+3°54'30'$.

» A ma demande, je viens d'obtenir une analyse faite par M. L. Gonzaga de Campos, laquelle a donné les résultats suivants :

SeO^2	67,38
Al^2O^3	21,28
CaO	Traces
Na^2O	9,41
K^2O	1,60
Eau hygroscopique	0,31
	99,98

([1]) DOM PEDRO AUGUSTO DE SAXE-COBURG-GOTHA, *Apontamentos sobre mineraes do Brazil*, p. 8; 1889. Rio-de-Janeiro.

» Au pycnomètre, la densité est de 2,6108. Toutes ces observations ne font que démontrer la grande pureté de l'albite de Morro Velho. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une phyllite nouvelle, la leverriérite, et sur les* Bacillarites *du terrain houiller.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Fouqué.

« M. Stanislas Meunier a décrit tout récemment [1] les grès houillers à *Bacillarites*. Comme MM. Grand'Eury et Favarcq [2], il croit devoir attribuer une origine organique à ces petits corps grêles et allongés, tantôt cylindriques et vermiculés (*Bacillarites Favarcquii*), tantôt anguleux et présentant à la fois des stries longitudinales et des joints transverses (*Bacillarites Grand'Euryi*). Il considère la matière lamelleuse biréfringente qui remplit les *Bacillarites* comme une variété de pholérite.

» J'étudie, depuis quelque temps, au laboratoire de Minéralogie de l'École des Mines de Saint-Étienne, des échantillons très variés de roches houillères à *Bacillarites* [3]. Dans les débuts de cette étude, j'ai pu profiter de la précieuse collaboration de M. U. Le Verrier. Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

» 1° Les *Bacillarites* ne sont point des tubes remplis de pholérite fibreuse : ce sont des groupements cristallins, plus ou moins tordus, d'une phyllite nouvelle, nettement distincte de la pholérite. Je dédie cette espèce minérale à M. Le Verrier.

» 2° Les cristaux de pholérite se sont développés dans les grès et les argiles du terrain houiller sous l'influence de sources thermominérales. Ils se rencontrent fréquemment dans les roches éruptives acides du terrain houiller.

» Les propriétés de la leverriérite sont les suivantes :

» Les cristaux ont un clivage très facile, normal à l'axe d'allongement. Ils sont donc composés, comme les cristaux de mica, d'un empilement de lamelles minces. Ces lamelles de clivage ont un contour hexagonal. Elles sont perpendiculaires à la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 468.

[2] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 398.

[3] Ces échantillons proviennent de la Loire et du Gard ; ils m'ont été communiqués par M. Grand'Eury.

Cette bissectrice est négative. L'angle 2V des axes optiques varie de 45° à 52°. Le plan des axes optiques coupe la face de clivage suivant une diagonale de l'hexagone. L'hexagone est symétrique par rapport à cette diagonale. Les angles aux sommets desquels aboutit cette ligne sont d'environ 128°.

» Les prismes cylindroïdes qui résultent de l'empilement des lamelles de clivage peuvent avoir jusqu'à 12^mm et même 15^mm de longueur. Ils sont souvent tordus et même gauches, comme les prismes de ripidolite (variété helminthe). Les sections non perpendiculaires à l'axe de ces prismes ont naturellement une texture fibreuse. Les fibres sont rigoureusement perpendiculaires à l'axe du prisme, elles sont positives dans le sens de leur longueur. Entre les nicols croisés, l'extinction a lieu rigoureusement à zéro. Les sections qui présentent la biréfringence maxima sont nettement symétriques.

» La substance est donc orthorhombique, les angles du rhombe de base étant, à peu de chose près, 128° et 52°. Le clivage facile est p; les faces des prismes sont m et g^1. Les axes optiques sont dans g^1 et ont leur bissectrice aiguë, négative, perpendiculaire à p.

» L'indice moyen semble voisin de 1,6. La biréfringence maxima est variable. Dans les cristaux du terrain houiller de la Loire, la différence $n_1 - n_p$ varie de 0,0075 à 0,0082. Dans certains échantillons du Gard elle atteint 0,011.

» On voit que la leverriérite diffère nettement de la pholérite : elle ne présente ni les extinctions obliques de celle-ci, ni sa grande biréfringence.

» En lames minces, la leverriérite est parfois incolore, mais plus souvent colorée en brun clair. Les sections colorées ont un polychroïsme sensible, le maximum d'intensité ayant lieu lorsque l'axe moyen n_m est parallèle à la section principale du polariseur.

» A l'œil nu, les lamelles de leverriérite ont une couleur blanc grisâtre avec un reflet argentin analogue à celui du mica blanc. Les faces m et g^1 sont dépourvues d'éclat. La substance est très tendre, comme la pholérite. Sa densité est d'environ 2,3.

» Une leverriérite du Quartier-Gaillard, près de Saint-Étienne, soigneusement lévigée et séchée à 100°, a été analysée par M. Ad. Carnot, au laboratoire de l'École supérieure des Mines. Voici les résultats de cette analyse : silice, 49,30; alumine, 22,60; peroxyde de fer, 0,34; oxyde de manganèse, 0,40; chaux, 6,80; magnésie, 0,66; potasse, 1,36; perte par calcination, 17,90; total, 99,36.

» La leverriérite est donc un silicate d'alumine un peu calcaire et très faiblement potassique.

» Les cristaux de leverriérite se sont formés, par voie de métamorphisme, au sein des grès, des argiles, parfois même au sein de la houille. Ils moulent les grains de quartz; souvent aussi ils les contournent et les évitent. Ils se sont développés de préférence dans une argile très fine, de couleur chocolat, qui ne ressemble pas à l'argile commune et qui a des caractères éruptifs assez prononcés. Cette argile contient du zircon et de l'apatite. La leverriérite est un minéral secondaire assez fréquent dans les *gores blancs* (porphyres pétrosiliceux) du terrain houiller.

» Les diverses particularités signalées comme des arguments en faveur de l'hypothèse de l'origine organique des *Bacillarites* se retrouvent dans beaucoup de phyllites développées par voie de métamorphisme, notamment dans certains micas noirs. Ces particularités peuvent s'expliquer minéralogiquement sans qu'il soit nécessaire de recourir à ladite hypothèse. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau genre fossile de tige cycadéenne.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« Les paléontologistes savent que le nombre des genres de graines fossiles décrits ou signalés dans le terrain houiller supérieur est hors de toute proportion avec celui des genres de tiges de Phanérogames auxquels ces graines pourraient être attribuées. Nous croyons donc que la description sommaire d'un genre nouveau de tige provenant du terrain houiller supérieur d'Autun offrira quelque intérêt en contribuant à combler une lacune due vraisemblablement à l'état actuel de nos connaissances.

» Dans la famille des Cycadoxylées, nous avons compris [1] les genres *Medullosa* Cotta, *Colpoxylon* Brongniart et *Cycadoxylon* B. R.

» Le premier de ces genres, qui renferme les *Medullosa* de Gœppert et les *Palæoxylon* de Brongniart [2], est caractérisé, sur une coupe transversale de la tige, par la présence de *un* ou *plusieurs* cylindres ligneux épais,

---

[1] *Cours de Botanique fossile*, p. 74; 1881.

[2] D'après nos recherches, les *Palæoxylon* sont munis de productions ligneuses, étoilées, centrales.

repliés sur eux-mêmes en forme de boucle fermée vers l'intérieur de la tige (*Medullosa*) ou simplement circulaire et très épais (*Palæoxylon*).

» Ces cylindres ligneux, repliés ou circulaires, simples ou multiples, renferment toujours, dans l'espace médullaire qu'ils circonscrivent, plusieurs petits cylindres ligneux indépendants, de forme arrondie ou elliptique, que l'on peut, avec Cotta, comparer à des sortes d'étoiles.

» De nombreux faisceaux vasculaires, également épars dans le parenchyme médullaire, circulent entre les productions étoilées et les cylindres ligneux concentriques.

» Les *Colpoxylon* se distinguent par un cylindre ligneux, peu épais, replié en festons nombreux vers l'intérieur de la tige; quelquefois, ce cylindre unique se divise par une sorte de dichotomie en deux cylindres distincts équivalents et également sinueux. La région médullaire renferme un grand nombre de faisceaux vasculaires isolés, mais ne contient aucune production ligneuse étoilée analogue à celles des *Medullosa* et des *Palæoxylon*. L'assise corticale est épaisse et limitée à la périphérie par de nombreuses bandes hypodermiques accompagnées chacune d'un canal à gomme. La région occupée par ces bandes est bien plus épaisse que dans les deux groupes précédents.

Quant aux *Cycadoxylon*, leur système ligneux est formé par plusieurs anneaux concentriques complets ou interrompus, peu épais et laissant entre eux une couche importante de tissu fondamental; ces tiges ne présentent, dans la région médullaire, ni productions étoilées ni faisceaux vasculaires isolés.

» Le genre *Ptychoxylon*, dont nous allons donner sommairement la description, vient se placer à côté du genre *Cycadoxylon;* comme lui, il ne présente ni cylindres ligneux étoilés centraux, ni faisceaux vasculaires épars dans la moelle.

» Il se distingue de tous les genres précédents par la disposition toute particulière du cylindre ligneux. Ce cylindre est unique et n'est pas complètement fermé; il se compose d'une bande ligneuse périphérique roulée en forme de cercle; les extrémités de la bande, au moment de fermer le cercle, se replient chacune vers l'intérieur; l'un des replis, se courbant en arc de cercle, suit la portion de bande d'où il provient, la double en dedans pour ainsi dire et s'étend jusque près de la région où le cylindre extérieur est interrompu. Le second repli, suivant une marche opposée à celle du premier, contourne son extrémité libre, le double intérieurement et

s'étend, à son tour, circulairement presque jusqu'au point où le cylindre extérieur est interrompu. L'ensemble du cylindre ligneux de la tige semble donc constitué, au premier abord, par trois cylindres concentriques; mais, en réalité, n'est formé que d'une seule bande dont les replis engendrent les deux cylindres intérieurs.

» Les lames ligneuses de la bande périphérique sont formées de trachéides à ponctuations aréolées, plurisériées, disposées en séries rayonnantes à accroissement centrifuge et séparées par des rayons médullaires épais. Les deux replis intérieurs concentriques, moins épais que la bande d'où ils proviennent, sont formés de trachéides semblables disposées en séries rayonnantes, mais dont l'accroissement est *centripète*, à cause de l'inflexion que ces replis ont subie vers l'intérieur de la tige.

» Le liber est constitué par du parenchyme libérien dont les éléments sont à minces parois, et par des cellules et des tubes grillagés dont l'excellente conservation permet d'y reconnaître les cribles avec la plus grande netteté.

» La tige porte des rameaux cylindriques, disposés en spirale d'après le cycle $\frac{3}{8}$; l'angle des plans d'émergence de deux rameaux consécutifs est de 135°.

» Sur une coupe transversale, les rameaux présentent, suivant leur grosseur, tantôt un cylindre ligneux fermé, tantôt un cylindre ouvert comme celui des tiges et dont les bords envoient également à l'intérieur deux replis circulaires.

» L'écorce des rameaux et de la tige est relativement épaisse, charnue, sans aucune trace des bandes hypodermiques que l'on rencontre dans l'écorce des tiges de *Medullosa* et de *Colpoxylon*.

» La tige remarquable dont nous venons de donner une description sommaire a été recueillie par nous dans les gisements silicifiés d'Autun, où se trouvaient jadis de nombreux fragments de *Medullosa* et de *Palæoxylon*. »

M. **François Billet** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 21 juin 1886, et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 4061, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient un Mémoire ayant pour titre : « Production du ferment spontané du raisin avec le raisin sec, en vue de son emploi industriel dans les brasseries, boulangeries, distilleries de mélasses, betteraves, grains, et

en général dans toutes les opérations qui ont pour but de produire la fermentation alcoolique ».

M. R. Guilbault adresse la description d'un « Phonographe électrique ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son Doyen, M. *Fizeau*, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans cette Section par suite de la nomination de M. *Berthelot* aux fonctions de Secrétaire perpétuel :

En première ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. H. **Becquerel**. M. **Potier**.
En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. **Bouty**. M. **Gernez**. M. **Mercadier**. M. **Violle**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mai 1889.

E. Maupas. — *Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés. — Le rajeunissement chez les Ciliés;* texte et planches. (Mémoires présentés par M. de Lacaze-Duthiers et renvoyés au concours du Grand Prix des Sciences physiques.)

Anonyme. — 1° *Recherches sur l'embryogénie et sur les conditions du développement de quelques Nématodes*. Paris, Octave Doin, 1885; br. in-8°. — 2° *Embryogénie des Dendrocœles d'eau douce*. Paris. Octave Doin, 1887; 1 vol. in-8°. (Présentés par M. de Lacaze-Duthiers et renvoyés au concours du Grand Prix des Sciences physiques.)

Mission du Dr L. Faurot (île de Karamane. — Golfe de Tadjoura. — Presqu'île d'Aden); 8 br. in-8°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers et renvoyé au concours Savigny.)

Déformation des corps solides. — Limite d'élasticité et résistance à la rupture; par Ch. Duguet. Paris, Gauthier-Villars et Berger-Levrault, 1882-1885; 2 vol. in-8°. [Envoyé au concours La Caze (Physique).]

Physique qualitative; par Ch. Duguet. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1889; 1 vol. in-8°. [Envoyé au concours La Caze (Physique).]

Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle; par Aimé Girard. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-8° et un Atlas. (Présenté par M. Schlœsing.)

De l'ozone. Aperçu physiologique et thérapeutique; par le Dr Donatien Labbé. Paris, Asselin et Houzeau, 1889; br. in-8°.

Répertoire alphabétique des noms admis ou proposés dans la sous-famille des Libellulines; par Alfred Preud'homme de Borre. Bruxelles, F. Hayez, 1889; br. in-8°.

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1889. Paris, Georges Chamerot, 1889; 1 vol. in-18.

La catramina (huile de goudron spéciale). Étude thérapeutique et expérimentale; par le Dr Eugène Casati. Rome; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Sulla distribuzione apparente delle stelle visibili ad occhio nudo; di G. V. Schiaparelli. Milano, Ulrico Hoepli, 1889; br. in-4°.

Annual Report of the New York meteorological observatory for the year ending december 31, 1888; br. in-4°.

Contributions to Meteorology; by Elias Loomis; Chapter III. New Haven, Conn., 1889; 1 vol. in-4°.

Report of the british Association for the advancement of Science, held at Bath in september 1888. London, John Murray, 1889; 1 vol. in-8°.

Freie Perspektive (centrale Projektion) in ihrer Begründung und Anwendung mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse höherer Lehranstalten und das Selbststudium; von. Dr Gustav Ad. V. Peschka. Leipzig, 1888-1889; 2 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Halphen*, Membre de la Section de Géométrie. Ses obsèques ont eu lieu à Versailles, le jeudi 23 mai.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. HERMITE AUX FUNÉRAILLES DE M. HALPHEN LE 23 MAI 1889.

« La vie si courte de M. Halphen a été remplie par des travaux d'une importance capitale, qui ont honoré la Science française. Je viens rendre hommage à sa mémoire en indiquant en peu de mots les recherches et les découvertes qui l'ont placé parmi les plus éminents géomètres de notre époque.

» Le talent de notre Confrère s'est d'abord révélé par des travaux de Géométrie supérieure; il a obtenu un premier et grand succès sur la question des caractéristiques des sections coniques. La théorie de Chasles

reposait sur un principe admis par induction, mais non démontré, qui tombait en défaut dans certains cas particuliers. M. Halphen, après avoir obtenu en même temps que Clebsch la démonstration de ce principe en général, a le premier trouvé la raison de ces exceptions et expliqué avec précision dans quels cas il s'applique; il a ensuite découvert, pour l'ensemble des problèmes que Chasles avait en vue, une solution complète et indépendante des caractéristiques. Je signale ce début de M. Halphen parce qu'il fait ressortir le mérite qui se retrouve dans tous ses travaux de ne rien laisser d'incomplet et d'inachevé, et de donner, au prix d'efforts persévérants, la solution définitive de toutes les questions qu'il aborde.

» On sait les rapports intimes que l'Analyse de notre époque a établis depuis Riemann entre la théorie générale des courbes algébriques et celle des transcendantes représentées par les intégrales des fonctions algébriques. C'est à cet ordre d'idées que se rapporte un Mémoire d'une importance considérable de notre Confrère, *Sur la théorie des points singuliers des courbes algébriques,* où il parvient, en liant ses recherches à celles de l'éminent géomètre M. Noether, à des résultats du plus haut intérêt. Un travail extrêmement remarquable et d'une grande étendue, *Sur les courbes gauches algébriques,* succède à ce Mémoire; l'Académie des Sciences de Berlin lui accorde le prix Steiner, qui est doublé pour être partagé entre notre Confrère et M. Noether. Les découvertes en Analyse suivent les recherches sur les points les plus élevés de la Géométrie supérieure; M. Halphen expose dans une thèse de Doctorat l'idée originale et féconde des invariants différentiels : il s'ouvre ainsi la voie pour traiter la question proposée par l'Académie comme sujet du grand prix des Sciences mathématiques de 1880 : Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une variable indépendante. L'Académie couronne son Mémoire, mais l'ardent travailleur ne se repose pas sur ce succès; ses publications se multiplient avec leur caractère d'invention et de profondeur sur cette même théorie des équations linéaires, où la notion des invariants différentiels a ouvert un champ si étendu de recherches, sur la théorie des nombres, sur la théorie des séries. Ce n'est point le lieu ni le moment d'apprécier tant de travaux, tant de découvertes qu'attendait une éclatante récompense. M. Halphen entrait en 1886 à l'Académie des Sciences, dans la plénitude de son talent et de sa puissance de travail. La même année paraissait le premier volume d'un *Traité des fonctions elliptiques et de leurs applications*, qui a été lu et admiré par tous les analystes. Le Volume suivant a mis le sceau à sa réputation; il contient les applications

à la Mécanique, à la Physique, à la Géodésie, à la Géométrie et au Calcul intégral, et sera l'honneur du nom de notre Confrère. La mort l'a surpris lorsqu'il travaillait avec la plus grande ardeur à la rédaction d'un troisième Volume qui devait exposer les applications des fonctions elliptiques à la théorie des nombres.

» Mais, devant cette tombe et en parlant des œuvres du savant, nous nous rappelons le Confrère, l'ami que nous avons perdu. Halphen avait autant de simplicité et de modestie que de génie; il était bon et affectueux, il était dévoué à tous ses devoirs. Tout jeune officier et envoyé à l'armée du Nord, il est fait capitaine et décoré sur le champ de bataille, à Pont-Noyelles, puis il assiste à la bataille de Bapaume. Le profond géomètre était un soldat; qu'il reçoive le suprême hommage de notre admiration pour ses travaux, des regrets qu'il nous laisse, du souvenir affectueux que nous garderons à jamais de lui! »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Sur la nature radiculaire des stolons des* Nephrolepis. *Réponse à M.* Van Tieghem; par M. **A. Trécul.**

« C'est un phénomène bien intéressant, au quadruple point de vue de l'Organographie, de l'Anatomie, de la Physiologie et surtout de l'Organogénie, que la transformation de racines en tiges semblables à celle de la plante mère. J'en ai observé bon nombre d'exemples sur des Fougères appartenant à différents genres. Dans diverses Polypodiacées, il y a un faisceau vasculaire radicigène inséré en bas ou un peu au-dessous de chacune des mailles du système fibrovasculaire, qui portent les feuilles. Dans d'autres espèces, les faisceaux radiculaires sont insérés, à diverses hauteurs, sur les faisceaux qui constituent les mailles du réseau vasculaire.

» Au premier de ces deux cas appartient le *Blechnum occidentale*. Au bas de chaque maille il y a un faisceau radiculaire binaire, dont les deux faisceaux constituants sont disposés suivant un plan horizontal. Ordinairement, ce faisceau produit deux ou trois racines à sa sortie de l'écorce; mais, dans certaines circonstances, au lieu de donner des racines, ce faisceau, modi-

fiant l'arrangement de ses éléments fibrovasculaires, comme je l'ai dit, en 1870, à la page 589 du tome LXX des *Comptes rendus*, produit une tige chargée de feuilles, de même structure que celle de la plante mère. J'ai trouvé dix exemples de cette transformation sur deux individus d'une même potée de ce *Blechnum occidentale*.

» L'*Aspidium quinquangulare* m'a donné aussi trois exemples d'une telle métamorphose; mais, chez lui, les racines sont insérées à des hauteurs variées sur les faisceaux qui bordent les mailles. J'ai décrit ce changement des racines binaires de cette plante en tiges, à la page 475 du tome LXXII des *Comptes rendus* du 17 avril 1871.

» Dans ces Fougères, je l'ai dit, ce sont des racines binaires qui se changent en tiges; dans les *Nephrolepis*, ce sont des racines ayant une insertion analogue à celle qui a lieu dans le *Blechnum* cité, un peu audessous de chaque maille, mais constituées par trois à huit faisceaux fusionnés par leur côté centripète. Ce sont ces racines primaires qui forment les stolons de ces plantes. Dès 1870, j'ai annoncé l'identité de ces stolons avec les racines de la tige mère, qui n'en possède pas d'autres.

» Depuis, cette identité a été niée, bien à tort, par plusieurs botanistes. M. Lachmann, entre autres, a prétendu que je me trompe et, dans deux Notes insérées dans les *Comptes rendus*, t. CI, p. 603, et t. CV, p. 135, il a affirmé la nature caulinaire de ces stolons. J'ai réfuté cette opinion dans deux Communications (*Comptes rendus*, t. CI, p. 915; t. CV, p. 337) sur lesquelles je ne reviendrai pas aujourd'hui. Je pensais, en lui répondant, avoir bien démontré que ces stolons sont, en réalité, de *nature radiculaire*, et je croyais la discussion close; mais, dans le volume qu'il vient de publier sur l'*Origine des membres endogènes*, M. Van Tieghem soutient, comme son élève, que les stolons des *Nephrolepis* sont de nature caulinaire.

» Voici en quels termes notre Confrère croit prouver son assertion (*loc. cit.*, p. 531) :

» Le cylindre central a un péricycle unisérié çà et là double, un mince anneau libérien continu tout autour, ordinairement quatre, quelquefois cinq paquets de vaisseaux étroits, épaissis les premiers, séparés de l'anneau de tubes criblés par deux ou trois rangs de petites cellules conjonctives, et un ensemble de grands vaisseaux mêlés à du parenchyme, disposés aussi bien en dedans des vaisseaux étroits que dans leurs intervalles, et occupant toute la région centrale sans laisser de moelle. Cette structure, ajoute M. Van Tieghem en note, est bien telle qu'il convient à une tige (à quelle tige, pourrait-on lui demander?) et non à une racine de Fougère. Aussi comprend-on difficilement comment M. Trécul a pu méconnaître la nature caulinaire de ces stolons, qu'il regarde comme des racines sans coiffe.

» M. Van Tieghem, qui ne tient pas compte de la structure de la tige mère, commet là une inadvertance; car il condamne lui-même son opinion, dans l'explication de sa *fig.* 564, p. 653. Il y est dit, en effet :

« .... Dans l'écorce, on voit, en face d'un des faisceaux de protoxylème, un pédicule » de racine *pd, constitué comme le cylindre central de la tige,* mais sur le type bi» naire; .... »

» Ainsi, voilà notre Confrère qui, après s'être étonné que M. Trécul ait pu méconnaître la nature caulinaire du stolon, nous dit qu'une racine qui en naît a la même structure que le cylindre central de ce stolon, qu'il appelle *tige*.

» Le stolon a donc bien la même constitution que la racine. C'est ce que j'ai toujours prétendu. Le stolon, ai-je dit, est une *racine primaire* qui a de trois à huit faisceaux avec les petits vaisseaux à l'extérieur, tandis que les racines secondaires, qui ne naissent que sur les stolons, ont seulement deux tels faisceaux.

» La tige (le stolon) dont parle ici M. Van Tieghem, qui est structurée, de son propre aveu, comme la racine, n'a pas de moelle. Elle diffère donc essentiellement de la tige proprement dite des *Nephrolepis*, qui, elle, a une moelle entourée par les faisceaux disposés en réseau.

» C'est à cette tige ordinaire des *Nephrolepis*, et non à la tige d'autres plantes, qu'il faut comparer les stolons.

» Voici une autre considération qui oblige à regarder les stolons comme les racines primaires de la plante mère : c'est que, de même qu'ils ont la structure des racines, ils ont aussi une insertion radiculaire, un peu audessous de chacune des mailles qui portent les feuilles. Si on leur refusait la qualité de racines, la tige mère serait complètement dépourvue de racines, puisque ces organes, représentés seulement par les racines binaires, ne naîtraient que sur des rameaux ou tiges secondaires, constitués par les stolons.

» Il ne faut pas oublier que là où ces racines primaires ou stolons portent des feuilles, ils ont pris la structure de la vraie tige à faisceaux réticulés, comme dans les exemples cités plus haut, donnés par le *Blechnum occidentale* et l'*Aspidium quinquangulare*.

» Il me paraît vraisemblable que, si divers botanistes les ont considérés comme des tiges, c'est que, étant en présence de stolons vrais, ils se sont dit : tous les stolons connus étant des tiges, les stolons des *Nephrolepis* doivent aussi être des tiges. C'est évidemment une erreur.

» C'est donc avec toute raison que je les ai qualifiés de *stolons radiculaires*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des fractions continues qui expriment les deux racines d'une équation quadratique;* par M. SYLVESTER.

« Nous avons donné dans une Note précédente, pour les deux racines x et x' d'une équation quadratique à coefficients entiers, les formules jumelles

$$x = \left(t(\tau 0)^{\infty}\right), \qquad -x' = \left(\bar{t}(\underline{\tau} 0)^{\infty}\right).$$

» Mais ces formules admettent encore une simplification importante au moyen des considérations suivantes.

» Un type peut être nommé *omni-positif* ou *omni-négatif* quand tous ses éléments sont positifs pour un des cas et tous négatifs pour l'autre : il sera nommé *homonyme* quand il est *ou* omni-positif *ou* omni-négatif sans spécifier lequel des deux il est.

» Le zéro sera regardé comme un *nombre* (non pas neutre, mais) *amphibolique,* c'est-à-dire qui est en même temps positif et négatif, de sorte qu'un type omni-positif ou omni-négatif ne cesse pas d'être homonyme en y ajoutant ou y entremêlant un ou plusieurs zéros.

» De plus, on remarquera que $(\overline{T}) = -(T)$.

» Alors la théorie, atteignant son dernier terme de simplicité et de généralité, donne lieu à l'énoncé suivant :

» *En supposant que t est un type homonyme quelconque et τ un autre, et que x, x' sont les deux racines d'une équation quadratique à coefficients entiers, on aura toujours*

$$x = (t\tau^{\infty}), \qquad x' = \left(t\,0\,(\bar{\tau})^{\infty}\right)$$

avec la faculté à t de disparaître.

» Ainsi, par exemple, en supposant que t disparaisse et que τ devienne monomial et égal à a, si

$$x = (a, a, a, \ldots, \textit{ad infinitum}),$$

on aura

$$x' = (0, -a, -a, \ldots, \textit{ad infinitum}),$$

c'est-à-dire

$$x' = -(0, a, a, a, \ldots, \textit{ad infinitum});$$

de sorte que

$$x' = -\frac{1}{x} \quad (^1).$$

» On remarquera que les types $t\tau^{\infty}$, $to\overline{\underline{\tau}}^{\infty}$ sont mutuellement inverses l'un de l'autre, car $\left(too\overline{\overline{\underline{\underline{\tau}}}}^{\infty}\right) = (t\tau^{\infty})$.

» Nous nous sommes déjà servi dans nos conférences, tenues à King's College London en 1869, sur la détermination du nombre de solutions en nombres entiers d'un système d'équations numériques [2], avec grand avantage de cette idée d'une série de quantités omni-positive, omni-négative ou homonyme et de la conception du caractère du zéro comme appartenant aux deux catégories des quantités positives et négatives à la fois.

» Dans une Note à suivre, nous nous proposons de faire connaître la con-

---

[1] Et, en général, quand $x = -\frac{1}{x'}$, on aura

$$x = ((\theta)^{\infty}),$$

où θ est un type symétrique, ce qui est le théorème de Gallois (*Journal de Liouville*, t. II, p. 385).

De même, si $x = ((\theta o)^{\infty})$ (θ étant symétrique) et ainsi $\underline{\theta} = \theta$, on aura

$$-x' = ((oo\theta o)^{\infty}) = ((\theta o)^{\infty}) = x,$$

de sorte que $((\theta o)^{\infty})$ est la forme générale de la fraction continue qui exprime la racine carrée d'une quantité rationnelle quelconque.

[2] Inédites jusqu'à ce jour, mais qui doivent paraître prochainement dans l'*American Journal of Mathematics*. C'est dans nos recherches sur ce sujet que nous avons rencontré et discuté la théorie géométrique de dispositions de points dans un plan et dans l'espace que notre éminent Confrère M. Halphen a retrouvée indépendamment depuis et à laquelle il a donné le nom de *théorie d'aspects*. C'est en réduisant la détermination du nombre de solutions en nombres entiers d'un système de 3 équations à dépendre d'un agrégat de pareilles déterminations pour des systèmes de 2 équations que cette théorie s'est forcément mise en évidence pour les points dans un plan. De même, en faisant dépendre le problème pour un système de 4 de celui de systèmes de 3 équations, on est amené à une théorie semblable pour l'espace; bien entendu, l'œil regardé comme un seul point dans la théorie pour le plan devient linéaire, ou, ce qui revient à la même chose, un système de deux points, pour l'espace.

nexion [1] remarquable qui subsiste entre les racines de l'équation

$$ax^2 + 2bx + c = 0$$

et les développements en fractions continues des fractions ordinaires $\frac{p \pm bq}{aq}$, où p, q sont les nombres de Pell qui appartiennent au déterminant $b^2 - ac$, et, si nous ne nous sommes pas trompé, nous espérons fonder là-dessus une règle pour l'extraction simultanée des deux racines de l'équation au moyen de ces deux développements. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Calamariées.* — Arthropitus *et* Calamodendron. Note de M. **Grand'Eury**.

« Sous le nom de *Calamariées* on comprend les *Annularia*, les *Asterophyllites* et toutes les tiges calamitoïdes du terrain houiller. Ces fossiles forment une série complexe dont les termes extrêmes sont probablement assez éloignés, car certains types se rapprochent des *Equisetum* et l'on suppose que d'autres confinent aux Gnétacées.

» Tant qu'on ne les a connues qu'à l'état d'empreintes, les *Calamites* ont, à la suite de Brongniart, été comparées aux *Equisetum*. La découverte de quelques tiges de même forme entourées de bois rayonnant les a ensuite fait séparer en deux groupes : celui des Calamites en apparence herbacées, qui sont restées placées auprès des *Equisetum*, et celui des Calamites ligneuses, considérées comme dénotant des Gymnospermes. Tandis que quelques paléontologistes s'en tiennent à cette distinction, les autres, et c'est le plus grand nombre, ne voient dans les Calamites que les tiges d'un seul et même grand groupe de plantes cryptogames vasculaires.

» Leurs affinités sont aussi discutées que celles des Sigillaires et, comme pour celles-ci, la question est de savoir si les Calamites à bois exogène se sont reproduites par graines ou par spores.

» La forte épaisseur que prend le bois dans quelques *Arthropitus* et la nature moins simple du bois très dense de *Calamodendron* m'avaient autre-

---

(1) Pour l'établir, nous nous servons encore de notre théorème de l'immutabilité des rapports de $[{}^{\backprime}T'] : [T'] - [{}^{\backprime}T] : [T]$ quand $T = t\tau(o\tau)^i \bar{\underline{t}}$ pour toute valeur positive et entière de i.

fois fait admettre, *a priori*, que ces tiges ligneuses ont dû porter des graines.

» Après de nouvelles et nombreuses observations faites depuis six à sept ans dans le Gard, où les Calamariées abondent à un grand nombre d'endroits, je vais résumer les raisons qui me portent maintenant à croire que ces plantes fossiles sont, malgré l'analogie, en général, des Cryptogames.

» Et d'abord il n'existe pas de différence essentielle entre les Calamites à mince et les Calamites à forte enveloppe charbonneuse. Le *Calamites cruciatus* St., tantôt à mince, tantôt à forte écorce, est un *Calamodendron*. M. Renault a reconnu que les *Cal. cannœformis* Schl. et *gigas* Br. sont des *Arthropitus*. La différence entre les deux sortes de Calamites tient tout simplement au degré de développement des tiges dont elles proviennent. Dans les forêts fossiles, en effet, parmi les Calamites issues les unes des autres, on en voit qui sont manifestement mortes jeunes et restées en quelque façon à l'état de jets herbacés, à côté d'autres tiges qui, ayant porté leur cime hors de l'eau et vécu plus longtemps, sont fortes et entourées de $0^{m},01$ à $0^{m},04$ de houille à structure d'*Arthropitus* ou de *Calamodendron*. Et ce qui prouve bien que les Calamites correspondent aux bois d'*Arthropitus* et de *Calamodendron*, c'est qu'à Grand'Croix et à Autun, où ces bois se trouvent en grande quantité à l'état silicifié, on n'a pas réussi, malgré les plus persévérantes recherches, à mettre la main sur une seule Calamite sans bois secondaire.

» Il semble donc bien qu'il y ait identité entre les Calamites et les Calamodendrons.

» On sait que les Calamites sont au nombre des fossiles les plus répandus du terrain houiller, et que leurs diverses parties sont très souvent accumulées en très grand nombre, parfois presque à l'exclusion d'autres fossiles. Les *Calamodendron* se multiplient considérablement dans le terrain houiller supérieur. Or, dans les cas très fréquents où leurs organes, y compris de nombreux épis, sont rapprochés dans le plus étroit voisinage, il n'y a pas de graines ni aucun indice, aucun signe que les Calamariées en aient mûri. Et l'on ne saurait prétendre que le transport par les eaux les aurait constamment séparées des autres organes; car, dans les mêmes conditions, les Cordaïtes, pour peu qu'ils soient nombreux, sont d'ordinaire accompagnés de graines leur appartenant, mélangées aux feuilles, inflorescences, branches et tiges. A plus forte raison devrait-il en être ainsi des Calamodendrées, si ces plantes, les plus sociales du terrain houiller, étaient des Gymnospermes : on trouverait à coup sûr avec leurs débris des

graines communes et nombreuses appropriées. Il est à remarquer que la bonne conservation des organes les plus délicats des plantes fossiles implique un faible transport par les eaux, et ce qui le prouve mieux que toute autre considération, c'est ce fait bien connu que les divers organes désunis de beaucoup de plantes gisent souvent rapprochés comme si elles avaient été ensevelies à proximité de l'endroit natal. Dans de pareilles conditions, il est incontestable que l'absence de graines parmi les Calamariées qui, ayant poussé en assez grand nombre dans les dépôts houillers mêmes, ont été parfois envasées presque sur place, constitue une forte présomption que ces végétaux en étaient privés.

» Les épis que, au contraire, on trouve ordinairement avec eux sont leurs seuls organes de reproduction. Le *Volkmannia gracilis* Presl. se trouve très souvent en connexion avec l'*Asterophyllites equisetiformis* Schl., et ce dernier avec le *Calamites cannæformis;* il en est de même, à Saint-Étienne et à Alais, du *Macrostachya infundibuliformis* Bronn vis-à-vis de l'*Asterophyllites densifolius* Gr. Or M. Renault a reconnu dans des épis très semblables une organisation cryptogamique et y a trouvé des macrospores avec des microspores. D'autre part, en Angleterre, on a décrit divers *Calamostachys* réunissant un contenu de spores à une structure d'*Arthropitus,* deux caractères que pendant longtemps l'on a crus incompatibles.

» On est ainsi amené à admettre que les Calamariées se sont reproduites de spores.

» Leur mode de végétation souterraine est du reste celui des *Equisetum*. Leurs tiges cambrées à la base se sont multipliées par des rhizomes munis de petites racines simples ou plus souvent rameuses. Les tiges des *Cal. cannæformis* et *Duckowii* sont nées les unes des autres, on peut dire indéfiniment. Les tiges vivaces s'élevaient rigides et ligneuses et, devenues indépendantes, émettaient à leur base de fortes racines adjuvantes qui aidaient à les soutenir. Au bord de la couche Abylon (Grand'Combe) se dressent des *Cal. major* Weiss, de $0^m,20$ à $0^m,40$ de diamètre, représentant l'énorme épaisseur de la moelle et du bourgeon terminal de ces tiges ligneuses.

» Si l'on se représente que de pareilles tiges portaient en verticille les véritables *Asterophyllites* à rameaux distiques, et que ceux-ci se transformaient en nombreux *Volkmannia* aussi consistants que les rameaux, on se fera une idée du port des *Arthropitus*.

» Les *Calamodendron,* comme on devait l'attendre de leur structure comparée à celle des *Arthropitus,* diffèrent de ceux-ci par l'ensemble des

caractères. Le moule calamitoïde des tiges reflète la structure du bois. On voit les entre-nœuds prendre de très grandes élongations. Les branches ne sont pas ramifiées régulièrement dans un même plan. Les feuilles longues et striées sont soudées à la base. Les épis, beaucoup plus petits, ont la forme de chatons charbonneux qui, dépourvus de bractées, se montrent assez nettement composés de têtes de clou à la face interne desquelles sont attachés de nombreux sacs allongés. Mais on ne connaît pas la structure anatomique de ces chatons.

» M. Renault a découvert un épi de *Calamodendron* dont les capsules sont remplies, non de spores, mais de corpuscules divisés par des cloisons internes. Cet épi, ayant des bractées comme les *Volkmannia*, ne représente pas la moyenne des chatons de *Calamodendron;* il peut provenir d'un type errant comme j'en décrirai quelques-uns. Son interprétation n'est d'ailleurs pas facile et à lui seul ledit épi n'infirme pas les raisons exposées ci-dessus, qui me font ranger dans les Cryptogames supérieures les *Calamodendron* aussi bien que les *Arthropitus*.

» Cependant une difficulté se présente et doit être envisagée ici. Si, avec les Sigillaires, les Calamariées sont des Cryptagames, à quoi attribuera-t-on les graines aussi nombreuses que variées du terrain houiller supérieur de Saint-Étienne?

» A cette question, on peut répondre que, dans le terrain houiller moyen, où ces végétaux sont non moins abondants, il y a peu de graines et des graines peu diversifiées ; dans le Gard, il y en a incomparablement moins qu'à Saint-Étienne, en sorte que, si les Sigillaires et les Calamites étaient des Phanérogames, on ne trouverait pas leurs graines. Les Cordaïtées paraissent d'ailleurs absorber la majorité des graines. Un examen attentif de leurs débris dans les schistes qu'ils encombrent me fait présumer qu'à ces végétaux, au feuillage si uniforme, correspondent plusieurs genres de graines (*Cardiocarpus*, *Cyclocarpus*, *Rhabdocarpus*, *Samaropsis*, etc.). Les autres graines : polygones, polyptères, rondes, sont peu communes et ne sauraient représenter les organes de reproduction des végétaux fossiles les plus abondants et les plus fréquents, tels que les Sigillaires et les Calamariées.

» Ayant ainsi répondu à l'objection que soulève la difficulté même où l'on est de trouver les plantes mères des graines aux formes si variées, mais au fond analogues, du terrain houiller, je me crois autorisé à conclure que les Calamariées sont des Cryptogames hautement organisées. Leurs représentants ou descendants dans les terrains secondaires sont de plus petite

taille, moins variés et plus proches parents des *Equisetum*, les seuls survivants déchus de la famille. »

M. **A. Milne-Edwards** offre à l'Académie une Carte du bassin de l'océan Atlantique parcouru par le *Travailleur* et le *Talisman*, qu'il a fait établir à l'aide des sondages effectués pendant les diverses campagnes qu'il a dirigées et à l'aide des documents les plus récents. Les profondeurs sont indiquées par les différences de l'intensité des teintes employées, ce qui permet de saisir d'un coup d'œil le relief de cette partie de l'Océan.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre dans la Section de Physique, pour remplir la place devenue vacante dans cette Section par la nomination de M. *Berthelot* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

M. le **Président**, avant de faire recueillir les bulletins de vote, annonce à l'Académie que M. *Potier*, par une Lettre qu'il lui a adressée, retire sa candidature à la place vacante dans la Section de Physique.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Henri Becquerel obtient	....	45	suffrages.
M. Violle	»	5	»
M. Mercadier	»	3	»
M. Potier	»	2	»
M. Gernez	»	1	»

Il y a trois bulletins blancs.

M. **Henri Becquerel**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Détermination exacte de la quantité d'eau contenue dans le sang*. Note de MM. GRÉHANT et QUINQUAUD.

« On sait combien il est difficile de dessécher complètement les matières organiques; quand il s'agit du sang, les difficultés sont peut-être encore plus grandes : 5gr de sang sont injectés dans un creuset de porcelaine taré qui est placé dans une étuve, réglée par un régulateur Chancel; il se forme un caillot dont les parties centrales échappent plus ou moins à l'action de l'air chauffé à 120°; nous avons reconnu qu'il est indispensable d'introduire le caillot déjà desséché en partie dans un mortier d'Abich en acier et de le frapper à coups de marteau, afin d'obtenir une poudre qui, au bout d'un temps fort long, ne change plus de poids.

» Nous avons fait une série de pesées sur divers sangs, nous arrêtant au moment où nous obtenions un poids invariable à un milligramme près.

» 1° Chez un lapin : 100gr de sang contiennent pour 100 : eau, 81,81; résidu sec, 18,19. Après une *hémorragie* de 72cc de sang, nous avons trouvé pour 100 : eau, 84,17; résidu sec, 15,83.

» Ainsi la proportion d'eau avait augmenté dans le liquide nourricier qui contenait en plus 2,4 pour 100 d'eau.

» 2° Nous avons injecté un demi-litre d'eau dans l'estomac d'un chien après avoir pris un échantillon de sang normal qui contenait pour 100 : eau, 78,53; résidu sec, 21,47. Quarante minutes après l'injection, nous avons trouvé pour 100 : eau, 79,93; résidu sec, 20,07. Une heure et dix minutes après : eau, 79,27; résidu sec, 20,73.

» Nous concluons qu'une pareille injection d'eau augmente, mais faiblement, le contenu en eau du sang.

» 3° Le sang de la veine fémorale d'un chien a donné pour 100 : eau, 77,09; résidu sec, 22,91. Le sang de l'artère fémorale renfermait pour 100 : eau, 78,01; résidu sec, 21,99.

» Nous avons donc trouvé moins d'eau dans le sang veineux que dans le sang artériel, ce qui peut s'expliquer en admettant qu'une portion de l'eau du sang artériel pénètre dans les vaisseaux lymphatiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Dosage de l'urée dans le sang et dans les muscles.* Note de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**.

« La question du lieu de formation de l'urée est loin d'être résolue.

» On a signalé dans les muscles des traces d'urée : les muscles humains, dit Gorup-Besanez, ceux des Mammifères et même ceux des principaux animaux, à l'exception de ceux des Plagiostomes, ne contiennent généralement pas d'urée. Pour étudier ce lieu de formation, nous avons comparé la quantité d'urée contenue dans un certain poids de muscle à celle que l'on trouve dans un poids égal de sang artériel traité par l'alcool par le procédé Gréhant.

» 51gr de muscles de lapin ont été hachés et introduits dans un flacon à moitié rempli d'alcool. Le lendemain, nous avons extrait à l'aide de la presse les liqueurs alcooliques qui ont été évaporées au bain-marie; nous avons repris le résidu sec par l'eau, et après avoir fait pénétrer la solution dans le récipient de la pompe à mercure, nous avons introduit le réactif, qui a donné des volumes égaux d'acide carbonique et d'azote provenant de la décomposition de l'urée; les extraits alcooliques du sang et des muscles ont été traités de la même manière et ont donné :

	Acide carbonique.	Urée.
	cc	mgr
Pour 100gr de sang	13,1	35,1
Pour 100gr de muscles	14,1	37,8

» Dans une autre expérience, nous avons trouvé chez le lapin :

	Acide carbonique.	Urée.
	cc	mgr
Pour 100gr de sang	36,6	98,2
Pour 100gr de muscles	40,0	107,3

» Nous concluons donc que *l'urée paraît se former dans les muscles*.

» Les différences réelles sont encore plus grandes si l'on considère que le résidu sec contenu dans 100gr de muscles est plus grand que le résidu sec d'un poids égal de sang; en effet, nous avons trouvé pour le muscle 22,1 et pour le sang 17,3 de résidu sec.

» D'après nos analyses, 51^{gr} de muscles de raie renferment 1^{gr} d'urée, c'est-à-dire cinquante fois plus que ceux des Mammifères; tandis que le sang pris dans le cœur nous a paru en renfermer une quantité plus faible (¹). »

M. **Lavaux** donne lecture d'un Mémoire ayant pour titre : « Contribution à l'étude physiologique de la région membraneuse de l'urètre chez l'homme ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Bertinet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Considérations sur le vol des oiseaux ».

(Commissaires : MM. Marey, Janssen.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Charles Lauth*, intitulé : « La Manufacture nationale de Sèvres, 1879-1887. Notices scientifiques et documents administratifs ».

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie le décès d'un savant distingué, M. *Gaston Planté*, et rappelle ses principaux titres scientifiques.

« En analysant les effets des divers métaux employés comme électrodes dans les voltamètres, M. Planté est parvenu à accroître considérablement la capacité des couples voltaïques secondaires et à réaliser la découverte des accumulateurs, dont l'industrie tire un parti si avantageux. On lui doit, en outre, l'observation d'un grand nombre de phénomènes nouveaux et intéressants dans l'étude des courants électriques de haute tension.

» Pour ces importants travaux, l'Académie a décerné, en 1881, à M. Planté le prix de Physique de la fondation La Caze.

(¹) Ces recherches ont été faites au Muséum, dans le laboratoire de M. le professeur Rouget.

» Savant modeste, dévoué à ses seules études, il a toujours vécu en dehors des cadres officiels et fourni le type de ces hommes désintéressés qui font l'honneur de la Science française. »

M. le **Président du Congrès international d'Hygiène** informe l'Académie que le Congrès se tiendra du 4 au 11 août à la Faculté de Médecine de Paris.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Distribution en latitude des phénomènes solaires pendant l'année* 1888 *et observations solaires du premier trimestre* 1889. Note de M. **Tacchini.**

« Voici les résultats qui se rapportent à chaque zone de 10° dans les deux hémisphères du Soleil :

	Fréquence			
1888.	des taches.	des éruptions.	des facules.	des protubérances.
90° + 80°	0	0	0	0,004
80 + 70	0	0	0	0,008
70 + 60	0	0	0	0,013
60 + 50	0	0	0	0,024
50 + 40	0	0	0	0,062
40 + 30	0	0	0,015	0,081
30 + 20	0	0	0,015	0,051
20 + 10	0,051	0	0,048	0,061
10 — 0	0,221	0,125	0,197	0,038
0 — 10	0,591	0,431	0,441	0,055
10 — 20	0,127	0,416	0,243	0,081
20 — 30	0,010	0,028	0,041	0,120
30 — 40	0	0	0	0,123
40 — 50	0	0	0	0,167
50 — 60	0	0	0	0,093
60 — 70	0	0	0	0,009
70 — 80	0	0	0	0,008
80 — 90	0	0	0	0,003

» Pendant l'année 1888, les phénomènes solaires ont été beaucoup plus fréquents dans l'hémisphère austral.

» Les protubérances hydrogéniques figurent dans toutes les zones,

tandis que les autres phénomènes ont été observés seulement à de basses latitudes, c'est-à-dire de 0° à +40° et −30°.

» Les taches, facules et éruptions métalliques présentent un accord pour la zone du maximum de fréquence, qui se trouve encore, comme en 1886 et 1887, entre 0° et −10°.

» La plus grande fréquence des protubérances ne correspond pas aux zones des maxima des autres phénomènes, car ces maxima des protubérances ont lieu à des latitudes plus élevées, c'est-à-dire dans les zones (+30 à +40) et (−40 à −50).

» Pendant le premier trimestre de l'année courante, le nombre de jours d'observations a été de 63 pour les taches et facules : 21 en janvier, 16 en février et 26 en mars. Voici les résultats :

1889.	Fréquence relative		Grandeur relative		Nombre des groupes de taches par jour.
	des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	
Janvier	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00
Février	3,26	0,50	8,12	1,56	0,56
Mars	1,69	0,62	3,64	6,81	0,50

» On a donc eu une diminution sensible dans les phénomènes des taches et des facules solaires en comparaison du dernier trimestre 1888, et par conséquent il faut attendre le nouveau minimum dans l'année courante.

» Pour les protubérances solaires, nous avons obtenu les résultats suivants :

1889.	Nombre de jours d'observations.	Protubérances.		
		Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Janvier	17	4,47	43",8	1°,8
Février	11	7,73	45,4	1,4
Mars	19	7,32	43,8	1,3

» Les protubérances ont été quelque peu plus fréquentes en comparaison du trimestre précédent, et la chromosphère a été souvent assez vive, surtout en mars, avec des éruptions métalliques le 5 et le 13. »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des métaux aux températures élevées.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« En décrivant la méthode photographique que j'emploie pour la mesure des dilatations, j'ai donné quelques chiffres relatifs aux métaux, mais seulement à titre d'exemple et en faisant toutes mes réserves au sujet de l'exactitude de ces premiers nombres. J'avais en effet rencontré quelques difficultés dont je me proposais de reprendre l'étude. Les métaux, contrairement à ce qui arrive pour les corps cristallisés, n'ont pas, comme l'a fait voir M. Benoît ([1]), à une température donnée, des dimensions rigoureusement déterminées et indépendantes des conditions antérieures où ils se sont trouvés placés. Ils se rapprochent, au contraire, beaucoup des verres et présentent dans leur dilatation des anomalies analogues à celles qui occasionnent dans le thermomètre à mercure les déplacements permanents ou passagers du zéro. D'après mes observations, une tige métallique, qu'elle ait été étirée, forgée ou même fondue, éprouve toujours pendant les premières expériences une contraction permanente, souvent très importante, qui vient dans certaines parties de l'échelle thermométrique se superposer d'une façon irrégulière à la dilatation. Cette contraction n'est pas annulée par un recuit rapide : elle n'atteint sa valeur limite qu'après un grand nombre d'heures de chauffage à une température suffisamment élevée, suivi d'un refroidissement très lent. De plus, un métal ayant pris toute sa contraction permanente ne semble pas, quand il est amené à une température déterminée, arriver immédiatement à sa dilatation normale. Ces phénomènes irréguliers sont très variables d'un métal à l'autre; à peu près négligeables pour le platine, ils sont beaucoup plus importants pour le fer et surtout pour les bronzes. Pour ces derniers, la contraction permanente a atteint dans certains cas près de 1 pour 100.

» Je donne dans le Tableau suivant le coefficient moyen de dilatation d'un certain nombre de métaux recuits aussi complètement qu'il a été possible. La première colonne donne la température extrême θ atteinte dans les expériences et à laquelle se rapporte le coefficient moyen $\left(\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)^{\theta}$ de la co-

---

([1]) *Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, t. VI, p. 113.

lonne suivante. Enfin la troisième colonne donne comme terme de comparaison les coefficients de dilatation $\left(\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)^{40}$ mesurés par M. Fizeau entre la température ordinaire et 40°.

Métaux.	θ.	$\left(\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)^{\theta}$.	$\left(\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)^{40}$.
Fer doux	1000	0,0000145	0,0000120
Acier dur	»	140	110
Fonte grise	»	175	106
Acier à 14 pour 100 de manganèse	»	245	»
Cuivre	»	200	170
Laiton	700	225	186
Bronze à 10 pour 100 d'étain	900	220	»
» 20 »	800	270	»
» 30 »	700	295	»
» 10 pour 100 d'aluminium	900	230	»
Aluminium	600	315	231
Argent	900	205	192
Alliage (Ag + Cu) à 77 pour 100 d'argent	800	180	»
Nickel	1000	182	127
Platine pur	1000	113	090
Platine iridié	1000	105	088

» On voit que pour tous les métaux le coefficient de dilatation croît avec la température. La loi d'accroissement est généralement régulière ; je n'ai observé d'anomalies qu'avec certains alliages d'argent, qui n'ont pas été portés sur le Tableau, et avec toutes les variétés du fer.

» Le fer pur présente vers 830°, au point de transformation moléculaire découvert par M. Osmond, une diminution brusque d'environ 0,2 pour 100 de sa longueur. L'acier vers 700°, au point de récalescence découvert par Gorre, a également présenté la diminution brusque de longueur signalée par ce savant. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la polarisation rotatoire magnétique dans le spath d'Islande*. Note de M. **Chauvin**, présentée par M. Lippmann.

» Dans une Note antérieure (¹), j'ai annoncé que, contrairement à l'opinion de Wertheim, le spath d'Islande possède le pouvoir rotatoire magné-

(¹) *Comptes rendus*, 27 avril 1886.

tique, et cela non seulement dans la direction de l'axe, mais dans les directions voisines.

» La lumière incidente étant polarisée rectilignement dans la section principale du spath, j'ai mesuré les rotations et analysé la lumière transmise sous chaque incidence par le cristal soumis à l'action du champ magnétique. Les quantités à mesurer sont très petites; aussi ai-je dû effectuer des réglages et employer des méthodes de mesure très sensibles, qui seront développées dans le Mémoire complet.

» Voici les conclusions de ce travail :

» 1° Le spath d'Islande possède le pouvoir rotatoire magnétique, non seulement suivant l'axe, mais aussi suivant les directions inclinées sur l'axe.

» 2° Suivant l'axe, l'action magnétique est une simple rotation de la vibration incidente.

» 3° Suivant les directions inclinées sur l'axe, l'action du champ produit à la fois, en général, une rotation et une transformation de la vibration rectiligne incidente en vibration elliptique.

» 4° La rotation change périodiquement de sens en devenant nulle pour une série de directions particulières.

» 5° L'ellipse produite par le champ magnétique devient alternativement nulle et maximum aux points successifs où la rotation est nulle.

» Ces phénomènes sont identiques à ceux que présente le quartz naturel. Comme pour celui-ci, ils peuvent être expliqués à l'aide de l'hypothèse d'Airy. Lorsque le rayon rectiligne incident pénètre dans le cristal soumis au champ magnétique, il se décompose en deux elliptiques réciproques inverses qui se propagent sans altération, mais avec des vitesses différentes, et se recombinent à la sortie. Des valeurs de la rotation et de la grandeur de l'ellipse résultante on peut, pour chaque incidence, déduire les valeurs K du rapport des axes et la différence de marche δ de ces deux elliptiques intérieurs.

» Voici le Tableau général des résultats relatifs à un spath de 26^{mm} d'épaisseur et à un champ de 1808 unités. Les différences de marche sont rapportées à une plaque de 1^{mm} d'épaisseur :

Incidences.	Rotation.	Ellipse sortante.	Rapport des axes K.	Différence de marche pour une plaque de 1^{mm} d'épaisseur.
° ′	° ′	′		
0.0..........	+1.28	0	1	0,00031
9..........	+1.26	2	0,435	0,00041

Incidences.	Rotation.	Ellipse sortante.	Rapport des axes K.	Différence de marche pour une plaque de 1mm d'épaisseur.
0°.14'.........	+1°.24'	7	0,144	0,0010
19.........	+1.21	21	0,055	0,0031
29.........	+ 59	37	0,019	0,0068
40.........	+ 15	44	0,0072	0,0151
43.........	0	44	0,0064	0,019
51.........	— 17	20	0,0050	0,028
59.........	0	0	»	0,038
1. 7.........	+ 12	11	0,0034	0,047
1.13.........	0	18	0,0026	0,057
1.19.........	— 9	9	0,0028	0,067
1.24.........	0	0	»	0,076
1.29.........	+ 6	6	0,0018	0,086
1.34.........	0	12	0,0017	0,096
1.39.........	— 5	6	0,0014	0,104
1.44.........	0	0	»	0,115
1.49.........	+ 4	3	0,0012	0,123
1.53.........	0	6	0,0008	0,134

» Des mesures faites sur une dernière lame d'épaisseur différente ont donné des valeurs de K et δ parfaitement concordantes.

» Dans une étude théorique publiée en 1885 (1), M. Gouy, appliquant le principe de l'indépendance des effets simultanés aux phénomènes produits dans un milieu par l'action combinée du pouvoir rotatoire et de la double réfraction, montre que ce principe permet de retrouver l'hypothèse imaginée par Airy, et conduit à des relations simples entre les quantités K et δ et la rotation ω qui se superpose à la double réfraction φ sous chaque incidence.

» Les relations données par M. Gouy sont

$$\frac{\omega}{\pi} = \varphi \frac{2K}{1-K^2} \quad (^2),$$

$$\frac{\omega}{\pi} = \delta \frac{2K}{1+K^2} \quad (^3).$$

» La première relie directement le pouvoir rotatoire et la double ré-

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. IV, p. 149.
(2) *Ibid.*, p. 154.
(3) *Ibid.*, p. 158.

fraction. La deuxième donne le pouvoir rotatoire en fonction de K et δ seuls. En calculant ces relations pour les valeurs du Tableau ci-dessus, on a :

Incidences.	$\frac{\omega}{\pi} = \varphi \frac{2K}{1-K^2}$.	$\frac{\omega}{\pi} = \delta \frac{2K}{1+K^2}$.
0° 0'	»	0,00031
9	0,00074	0,00030
14	0,00049	0,00023
19	0,00034	0,00034
29	0,00027	0,00026
40	0,00020	0,00021
43	0,00021	0,00024
51	0,00022	0,00028
1. 7	0,00027	0,00032
1.13	0,00024	0,00030
1.19	0,00030	0,00037
1.29	0,00025	0,00031
1.34	0,00026	0,00033
1.39	0,00024	0,00029
1.49	0,00023	0,00030
1.53	0,00018	0,00021

» On voit que $\frac{\omega}{\pi}$, calculé par les deux formules, est sensiblement constant pour toutes les incidences. Le phénomène, interprété suivant les idées de M. Gouy, peut donc être considéré comme résultant de la superposition d'un pouvoir rotatoire magnétique uniforme à la double réfraction. »

ÉLECTRICITÉ. — *De la conductibilité électrique des dissolutions salines. — Déplacements réciproques des acides.* Note de M. **P. Chroutschoff.**

« Je donne, dans le Tableau suivant, le résumé des principaux résultats que j'ai obtenus, relatifs aux réactions qui s'effectuent entre les sels dissous et les acides autres que ceux qui entrent dans la composition du sel examiné. Les nombres représentent la conductibilité relative des dissolutions (unité = dissolution de KCl de même concentration) :

Nom du sel.	Température.	Observation.	Moyenne.
$\frac{1}{2}(CH^3COOH + HCl)$	18°,0	0,5040	1,8215
$\frac{1}{2}(CH^3COOH + KCl)$	»	»	0,5069

Nom du sel.	Température.	Observation.	Moyenne.
$\frac{1}{2}(KNO^3 + HCl)$	18°,5	1,9772	1,9106
$\frac{1}{2}(KCl + HNO^3)$	18,2	1,9619	1,9785
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}C^4H^4Na^2O^6 + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	21,0	0,3161	1,1703
$\frac{1}{2}[\frac{1}{2}C^4H^6O^6 + \frac{1}{2}Na^2SO^4$ (1)]	»	»	**0,2937**
$\frac{1}{2}(CH^3COONa + \frac{1}{2}C^4H^6O^6)$	17,8	0,2236	0,2513
$\frac{1}{2}(CH^3COOH + \frac{1}{2}C^4H^4Na^2O^6)$	18,65	0,2236	0,2042
$\frac{1}{2}(CH^3COONa + \frac{1}{2}C^4H^2O^4)$	18,7	0,2645	0,5079
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + HCl)$	21,1	1,4679	1,8538
$\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	21,2	1,4516	1,4729
$\frac{1}{3}(KCl + H^2SO^4)$	19,5	1,6345	1,6305
$\frac{1}{3}(2KCl + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	19,3	1,3365	1,3153
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}KCl + \frac{1}{4}H^2SO^4)$	18,9	1,5191	1,4854
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}HCl + \frac{1}{4}K^2SO^4)$	»	»	1,9588
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgSO^4 + HCl)$	18,2	1,2972	1,6437
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgCl^2 + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	»	»	1,2856
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnSO^4 + HCl)$	18,9	1,3240	1,6279
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnCl^2 + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	»	»	1,2554
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CuSO^4 + HCl)$	18,0	1,3319	1,6279
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CuCl^2 + \frac{1}{2}H^2SO^4)$	»	»	1,2628
$\frac{1}{2}(\frac{1}{4}Na^2SO^4 + \frac{1}{2}HCl)$	19,0	1,4310	1,8710
$\frac{1}{2}[\frac{1}{4}H^2SO^4 + \frac{1}{2}$ *NaCl* (1)]	»	»	**1,3816**
$\frac{1}{2}(\frac{1}{4}MgSO^4 + \frac{1}{2}HCl)$	19,4	1,3811	1,7555

» On peut tirer des nombres réunis dans ce Tableau les *conclusions* suivantes :

» 1. L'acide acétique est entièrement déplacé par l'acide chlorhydrique, ce qui concorde avec les observations thermochimiques. Si, d'autre part, on calcule les conductibilités des mélanges, en partant des différentes *avidités* des acides, on arrive à des nombres qui s'écartent beaucoup des valeurs observées. Ainsi, en se basant sur les données de M. Thomsen (avidité de $HNO^3 = 1$), on obtient la conductibilité du mélange $= 0,5463$; en prenant pour base le résultat de M. Ostwald (méthode dite de l'acétate de méthyle), on arrive à 0,5857, au lieu de 0,5040 observée. Même remarque pour le système $KNO^3 + HCl$, pour lequel les différences ne sont pourtant pas décisives, eu égard à leur petitesse.

» 2. L'acide sulfurique déplace presque entièrement, d'après M. Berthelot (*Mécanique chimique*, t. II, p. 656), l'acide tartrique, uni à la

(1) Les deux nombres en chiffres plus gros de ce Tableau ont été empruntés au Mémoire de M. Kohlrausch.

soude, avec *indice d'un léger partage;* c'est ce qui ressort aussi du Tableau des conductibilités. Les conductibilités calculées par les avidités seraient, 0,3726 (d'après Thomsen), ou 0,4953 (méthode méthylacétique), au lieu de 0,3161 trouvée.

» 3. Il y a partage entre l'acide acétique et l'acide tartrique, eu égard à 0,2236 observée, qui est intermédiaire entre 0,2513 et 0,2042. M. Berthelot a observé un déplacement total de l'acide acétique *dans une liqueur beaucoup plus diluée*. Conductibilité calculée = 0,2218 (d'après Thomsen), mais non concordante avec l'observation d'après d'autres méthodes de détermination de l'avidité.

» 4. Le mélange d'acétate de soude et d'acide oxalique indique l'existence d'un partage.

» 5. Le cas le plus intéressant est peut-être celui de la réaction classique : $K^2SO^4 + H^2Cl^2$, ...; il se trouve être le moins démonstratif à cause de sa complication. En effet, la conductibilité observée se rapproche beaucoup de la moyenne du système $H^2SO^4 + K^2Cl^2$, ce qui ne s'accorde avec aucune des théories existantes. Or il paraît y avoir là une coïncidence fortuite, qui tend à dissimuler la vraie nature de la transformation. Il est évident que le système $K^2SO^4 + H^2Cl^2$ aura d'autant plus de chances d'exister en dissolution, que les conditions seront moins favorables à la formation d'un sulfate acide; ceci au point de vue thermochimique. Mais la conductibilité du mélange doit grandir avec l'apparition de l'acide chlorhydrique libre. On est donc en droit de s'attendre que la conductibilité des dissolutions plus diluées se rapprochera de la conductibilité intermédiaire des deux systèmes inverses; et que de même elle s'élèvera au-dessus de la valeur de la plus petite des conductibilités (valeur correspondant au système contenant un chlorhydrate métallique) pour les systèmes à sels de métaux lourds, dont les sulfates acides sont plus facilement décomposés par l'eau. *L'observation confirme ces conclusions*, comme le Tableau le démontre clairement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur la résistance électrique du bismuth.* Note de M. **Edmond van Aubel.**

« Nous avons étudié l'influence de la température sur la résistance électrique des *tiges* de bismuth. Ce métal a été examiné sous deux états moléculaires : 1° fondu et lentement refroidi, 2° fondu et très rapidement refroidi ou trempé.

» Plusieurs espèces de bismuths ont été employées; elles ont été soumises à l'analyse spectrale, en faisant éclater la décharge électrique entre des électrodes du métal. Comme il est impossible de se procurer un produit pur, même en s'adressant aux fabriques de produits chimiques les plus renommées, M. A. Classen, professeur à l'École Polytechnique d'Aix-la-Chapelle, a bien voulu nous préparer quatre échantillons de bismuth pur, par deux méthodes différentes. Dans le premier mode de préparation, on transforme le bismuth pur du commerce en oxychlorure, que l'on réduit ensuite; dans l'autre procédé, on part du sous-nitrate de bismuth du Dr Marquardt, à Bonn, que Marignac a employé pour la détermination du poids atomique du bismuth; on le transforme en oxychlorure qu'il faut réduire ensuite. Ces produits ont été préparés avec le plus grand soin; néanmoins l'analyse spectrale a prouvé qu'ils renfermaient tous des traces de plomb. On est donc autorisé à croire que le bismuth ne peut être obtenu, *d'une manière certaine*, à l'état pur par les méthodes chimiques de précipitation. Des traces de plomb sont toujours entraînées mécaniquement, alors même que les précipitations sont répétées jusqu'à treize fois de suite.

» Il faut prendre certaines précautions pour pouvoir déceler, avec le spectroscope, la présence de traces aussi faibles de plomb dans des produits presque purs. Au contraire, on observe des différences très considérables dans les valeurs de la résistance électrique à 0° des divers bismuths, ainsi que dans l'influence de la température sur la résistance électrique. Aussi l'on peut dire que, de toutes les méthodes physiques et chimiques, la détermination de la conductibilité électrique est certainement la plus commode et la plus précise pour s'assurer que le bismuth est pur et surtout qu'il ne contient pas de traces de plomb.

» En présence de ces résultats, M. le professeur Classen a pensé à préparer du bismuth pur par électrolyse. En faisant l'électrolyse d'une solution de bismuth impur, le métal pur se dépose au pôle —, et le plomb au pôle +, à l'état de superoxyde de plomb. L'analyse spectrale n'a pu découvrir aucune impureté dans ce produit.

» Les résistances électriques de quelques-unes des tiges que nous avons examinées se modifient, d'une manière permanente, après la première chauffe, pour prendre alors des valeurs constantes. M. Leduc avait déjà observé un phénomène analogue.

» Les tiges d'un même bismuth, trempées ou lentement refroidies dans

des conditions semblables, ont sensiblement les mêmes propriétés : les modes de trempe et de refroidissement lent restent donc toujours à peu près les mêmes pour les divers échantillons.

» La structure moléculaire, que l'on a modifiée par la trempe et la compression, exerce une grande influence sur les propriétés électriques des bismuths *impurs;* au contraire, la trempe paraît sans action sur le bismuth électrolysé pur. Ainsi la résistance électrique à 0°, l'influence de la température et du magnétisme sur la résistance électrique sont à fort peu près les mêmes pour les bismuths électrolysés lentement refroidis et trempés.

» Pour toutes les tiges lentement refroidies des bismuths purs et impurs, le coefficient de variation de la résistance électrique avec la température est *positif.* Dans les bismuths impurs, les traces de plomb ont pour effet d'augmenter la valeur de la résistance électrique à 0° et de diminuer le coefficient de variation avec la température.

» Le métal électrolysé présente une particularité que n'offrent pas les autres produits; le coefficient de variation avec la température est sensiblement le même aux différentes températures comprises entre 0° et 100°, ce qui peut être considéré comme une preuve de la pureté du métal.

» Les divergences qui existent entre les résultats des physiciens, relativement aux propriétés du bismuth, s'expliquent facilement par la rareté du produit pur.

» La résistance électrique spécifique à 0° en unités C.G.S. est, pour le bismuth électrolysé lentement refroidi : $10^3 \times 107,99$, et pour le même métal trempé : $10^3 \times 108,69$.

» Le coefficient moyen de variation de la résistance électrique entre 0° et 100° est, pour le bismuth électrolysé lentement refroidi : + 0,00429, et pour le métal trempé : + 0,00422.

» Nous avons étudié la variation de la résistance électrique dans un champ magnétique dont l'intensité valait 1560 unités C.G.S. environ.

» Si W est la résistance électrique hors du champ, et ΔW sa variation sous l'action du champ magnétique, la quantité $100\,\frac{\Delta W}{W}$ est 2,9 à 0° et 0,415 à 99°,7 pour le bismuth électrolysé lentement refroidi.

» L'influence du magnétisme diminue donc considérablement lorsque la température s'élève. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion de quelques corps organiques.* Note de M. J. OSSIPOFF.

« En continuant les déterminations de la chaleur de combustion des corps organiques, j'ai abordé cette fois l'acide racémique, ainsi que deux composés éthérés, notamment le racémate et le tartrate (droit) de méthyle. Qu'il me soit permis d'exprimer ici mes remerciements les plus profonds à M. Anschütz, professeur à Bonn (s. Rhin), qui a eu la bonté de me fournir des échantillons des éthers méthyliques mentionnés ci-dessus.

» C'est toujours d'après la méthode de la bombe calorimétrique que je suis arrivé à déterminer les chaleurs de combustion des corps à étudier; j'ai réussi à brûler l'acide racémique déshydraté et le racémate de méthyle sans aucun intermédiaire. Au contraire, j'ai dû employer une substance auxiliaire dans deux autres cas. La chaleur de combustion de la pyroxyline étant de plus voisine de celle de l'acide racémique, je l'ai choisie comme intermédiaire.

» *Acide racémique hydraté* $(C^4H^6O^6, H^2O)^X$. — Une purification très soignée du produit commercial m'a donné la substance à l'état de pureté, ce qui a été vérifié par la détermination de l'eau de cristallisation et par l'analyse de l'acide déshydraté. L'acide hydraté a donné les chiffres suivants, pour 1gr de substance :

	cal
	1657,29
	1652,62
	1647,98
Moyenne...	1652,63

» *L'acide racémique déshydraté* $(C^4H^6O^6)^X$ est préparé par la déshydratation de l'acide racémique hydraté, d'abord dans un courant d'air chaud et sec, et finalement à 110° dans l'étuve. Cet acide ne brûle complètement que sous forme de pastilles fortement pressées; autrement il laisse un dépôt de charbon plus ou moins considérable ou bien encore un résidu résineux.

» Pour cet acide j'ai trouvé, pour 1gr de substance :

	cal
	1853,68
	1850,78
	1849,12
Moyenne...	1851,19

» *Racémate de méthyle* $[C^4H^4O^4(OCH^3)^2]^x$. — La quantité de substance que j'avais à ma disposition ne m'a pas permis de faire beaucoup d'expériences; une des trois expériences ayant manqué, je donne les résultats des deux autres, pour 1^{gr} de substance :

	cal
	3452,51
	3496,67
Moyenne...	3474,59

» *Le tartrate droit de méthyle* brûle complètement, quand on emploie une mèche de pyroxyline : c'est ce qui a été nécessaire, vu l'état de surfusion que cet éther garde avec une persistance vraiment frappante. Voici les chiffres obtenus, pour 1^{gr} de substance :

	cal
	3463,5
	3484,2
Moyenne...	3473,85

» On est d'accord pour regarder la molécule de l'acide tartrique comme étant simple; nous pouvons donc calculer la chaleur de combustion d'une molécule de tartrate droit de méthyle. Ainsi nous trouvons, pour la molécule de cet éther,

$$618\,345^{cal}.$$

» En appliquant ensuite à cet éther la règle de M. Berthelot, nous sommes en état de déduire de sa chaleur de combustion celle de l'acide tartrique droit. D'après cette règle, que l'illustre savant français avait énoncée il y a environ vingt-cinq ans, la chaleur de combustion d'un acide est égale à celle de son éther, moins la chaleur de combustion de l'alcool correspondant augmentée de la valeur constante 2000^{cal}, toutes les deux prises autant de fois que le résidu alcoolique entre dans la molécule de l'éther.

» En calculant, nous trouvons aisément

$$274\,345^{cal}$$

pour la chaleur de combustion d'une molécule d'acide tartrique.

» Malheureusement, nous ne savons pas avec certitude la grandeur de la molécule de l'acide racémique soit déshydraté, soit hydraté. Mais, si nous admettions qu'elle soit aussi simple que celle de l'acide tartrique,

nous aurions alors respectivement

$$618\,477^{\text{cal}}$$

et

$$274\,477^{\text{cal}}$$

pour le racémate de méthyle et pour l'acide racémique déshydraté.

» En conservant la même hypothèse pour le cas de l'acide racémique libre, nous aurons

$$277\,642^{\text{cal}}$$

pour la molécule de l'acide hydraté, et

$$277\,678^{\text{cal}}$$

pour celle de l'acide déshydraté.

» Je me permets maintenant de tirer quelques conclusions des résultats donnés :

» 1° L'écart entre les chaleurs de combustion de l'acide racémique dans les deux états étudiés ne dépasse pas les limites des erreurs habituelles des expériences de ce genre; donc ces chaleurs ne diffèrent pas pour les molécules supposées également simples. Le résultat n'est pas, d'ailleurs, inattendu : en 1875, MM. Berthelot et Jungfleisch ont déduit que la combinaison de l'acide racémique déshydraté *solide* avec de l'eau *solide* doit s'effectuer avec un effet thermique presque nul

$$-1^{\text{cal}},48-(-1,429)\ \text{l'eau fondante} = -0^{\text{cal}},051;$$

mes expériences donnent

$$277,642-277,678=-0^{\text{cal}},036.$$

» 2° En admettant la même grandeur pour leurs molécules, les chaleurs de combustion des acides racémique et tartrique (déduites de celles des éthers méthyliques) sont sensiblement identiques ([1]).

» 3° Au point de vue thermique, l'isomérie des acides fumarique et maléique, que j'ai examinée autrefois, n'est pas du même genre que celle des acides racémique et tartrique; résultat qui est en contradiction

---

([1]) La chaleur de combustion de l'acide racémique déshydraté, déduite de celle de son éther méthylique, est plus faible que déterminée par la voie directe; peut-être cela dépend-il de ce que la valeur même de la constante varie un peu suivant les séries auxquelles appartiennent les corps à étudier.

avec l'opinion émise dans le temps, comme on sait, par M. Erlenmeyer [*Berl. Ber.*, XIX, 1938; *voir* aussi Louguinine, *Comptes rendus*, t. CVI (avril 1888)] (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques modes de production des chlorures ammoniés de mercure*. Note de M. **G. André**.

« L'action de l'ammoniaque étendue sur une solution de sublimé donne naissance, comme on sait, soit au chloramidure de mercure, soit au chlorure de dimercuriammonium, soit à un mélange de ces deux composés. J'ai défini récemment (2) les conditions dans lesquelles l'un ou l'autre de ces corps était prépondérant dans le mélange. Mais la réaction est bien différente si, en même temps que le sublimé, on introduit une quantité équivalente de potasse, de façon à former de l'oxyde jaune sur lequel on verse ensuite du sel ammoniac, ou bien si, décomposant par K^2O une partie seulement du sublimé, on verse de l'ammoniaque sur le mélange de chlorure et d'oxyde. Dans ces deux cas, ainsi que je vais l'établir par de nombreuses analyses, il se produit, partiellement au moins, le chlorure de tétramercuriammonium $AzHg^2Cl$ de Weyl (3), préparé par cet auteur en faisant agir l'ammoniaque liquide sur l'oxychlorure $HgCl^2, 3HgO$. Or, en solution aqueuse, ce chlorure, qui prend naissance dans les réactions que j'ai étudiées par suite de la présence d'une certaine quantité d'oxyde, ne peut exister seul; car, d'autre part, l'ammoniaque et le chlorure mercurique tendent à donner du chloramidure; celui-ci, décomposé plus ou moins totalement par l'eau, fournit du chlorure de dimercuriammonium. De sorte que, dans la plupart des cas, on doit admettre dans les précipités complexes que je vais examiner la présence de trois corps : $AzHg^2Cl$, AzH^2HgCl, $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$.

» Une preuve de la présence du chlorure $AzHg^2Cl$ est la suivante : l'analyse, répétée bien des fois et faite par diverses méthodes des produits que j'ai préparés, m'indique constamment une quantité de mercure généralement très supérieure à 85,5 pour 100 à côté d'une quantité de chlore un peu supérieure à 7,5 pour 100. Ces nombres ne peuvent s'accorder avec la formule du chlorure $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ ($Hg = 85,57$, $Cl = 7,59$ pour

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot (Collège de France).

(2) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 233 et 290.

(3) *Poggendorff's Annalen*, t. CXXXI, p. 524.

100). Pour des raisons que je vais donner dans la suite, il faut admettre dans certains de mes précipités l'existence du chloramidure; or la quantité de mercure que renferme celui-ci étant bien plus faible que celle du chlorure de dimercuriammonium, on doit penser qu'il existe un composé plus riche en mercure que ce dernier chlorure : c'est le chlorure de tétramercuriammonium $AzHg^2Cl$, lequel renferme $Hg = 88,99$, $Cl = 7,89$ pour 100.

» Les réactions que je vais exposer et les analyses qui s'y rattachent s'expliquent alors aisément. J'ai opéré en liqueur étendue et à froid, sauf indication contraire ($\frac{1}{8}$ de molécule $= 1^{lit}$).

» I. *Action de l'oxyde jaune de mercure fraîchement précipité sur le sel ammoniac.* — Je mélange 200^{cc} de la solution de chlorure mercurique avec 200^{cc} de potasse; puis, sur le précipité jaune ainsi formé, je verse 200^{cc} de sel ammoniac. A mesure qu'on agite, la teinte jaune du début pâlit; après deux heures, le précipité est tout à fait blanc : à ce moment, la transformation est complète. Je filtre, je lave avec 600^{cc} d'eau froide et je sèche à $110°$. L'analyse des eaux de décantation et de lavage indique que les trois cinquièmes environ seulement de l'azote du sel ammoniac se trouvent dans le précipité. La formule suivante rend compte de la réaction :

$$5AzH^4Cl + 5HgCl^2 + 5K^2O$$
$$= 2AzH^4Cl + 10KCl + 5H^2O + 2AzHg^2Cl + AzH^2HgCl.$$

» Or, chaque fois qu'il y a du sel ammoniac en présence du chlorure $AzHg^2Cl$, celui-ci semble disparaître, au moins en partie, conformément à l'expression $AzHg^2Cl + AzH^4Cl = 2AzH^2HgCl$ [1]. En appliquant cette réaction à l'avant-dernière équation et en tenant compte de la décomposition par l'eau d'une partie du chloramidure avec formation de chlorure de dimercuriammonium, on voit que la formule du précipité peut être représentée par $AzHg^2Cl + 2AzH^2HgCl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ [2]; l'analyse répond bien à cette formule.

---

[1] Calculé : $Hg = 84,50$; $Cl = 10,00$; $Az = 3,94$ pour 100.
Trouvé : $Hg = 84,83\text{-}84,80$; $Cl = 10,01$; $Az = 3,47$.

[2] Un grand excès de sel ammoniac peut, en effet, faire disparaître complètement le chlorure de tétramercuriammonium. Je mélange 200^{gr} de sublimé et 200^{cc} de potasse et j'y ajoute 200^{cc} de sel ammoniac ($53^{gr},5 = 1^{lit}$, solution huit fois plus concentrée). Après cinq heures d'agitation, la teinte jaune, qui a beaucoup pâli, n'a pas encore disparu.

Je laisse en contact pendant trois jours et, au bout de ce temps, je lave à l'eau froide et je sèche à $110°$ le précipité devenu blanc.

Celui-ci n'est autre que le chloramidure $AzH^2,HgCl$, ainsi que le montre l'analyse.

» Mais si, dans la réaction précédente, on mélange d'abord le sel ammoniac et le sublimé, puis qu'on verse ensuite la potasse, le précipité, jaune très pâle dès le début, ne change pas de teinte.

» Recueilli après plusieurs heures et même après quelques minutes seulement d'agitation, il est formé de molécules égales des trois chlorures : $AzHg^2Cl + AzH^2.HgCl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$.

» II. Moins il y a de sel ammoniac en excès et plus il se produit de chlorure de tétramercuriammonium. Ainsi je mélange 300^{cc} de sublimé avec 300^{cc} de potasse et j'ajoute ensuite 200^{cc} de sel ammoniac : ce n'est qu'après trois heures d'agitation que le précipité devient presque blanc. En ce cas, un quart seulement de l'azote demeure en solution sous forme de sel ammoniac et le précipité, séché à 110°, répond à la formule

$$2AzHg^2Cl + AzH^2HgCl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$$ [1].

» On obtient le même corps en mélangeant d'abord, dans les mêmes proportions, le sublimé et le sel ammoniac, puis la potasse [2].

» III. Voyons ce qui se passe lorsqu'on opère à l'ébullition. Le chlorure de Weyl étant stable, aussi bien en présence de l'eau froide que de l'eau bouillante, ne sera pas détruit; le chloramidure ne peut exister à cette température, il se transforme en $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$, comme l'a montré Millon : nous devrons donc avoir un mélange de ce dernier chlorure et du chlorure de Weyl.

En effet, volumes égaux (150^{cc}) de sublimé et de potasse sont portés à l'ébullition, puis on ajoute 150^{cc} de sel ammoniac et l'on fait encore bouillir quelques minutes : le précipité jaune foncé pâlit, mais reste néanmoins jaunâtre. On filtre, on lave le produit à l'eau froide et on le sèche à 110°. Les eaux de lavage contiennent la moitié de l'azote employé, et l'équation de la réaction doit être la suivante :

$$4AzH^4Cl + 4K^2O + 4HgCl^2$$
$$= 2AzH^4Cl + 8KCl + 3H^2O + AzHg^2Cl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl;$$

c'est, en effet, le corps à molécules égales $AzHg^2Cl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ qui se produit [3].

» Je présenterai prochainement la suite de ce travail. »

---

[1] Calculé : Hg = 86,52; Cl = 8,77; Az = 3,46.
Trouvé : Hg = 86,38-86,61; Cl = 8,73; Az = 3,04.

[2] Trouvé : Hg = 86,20-86,23; Cl = 8,99; Az = 3,27.

[3] Calculé : Hg = 87,24; Cl = 7,74; Az = 3,05.
Trouvé : Hg = 87,39; Cl = 8,21; Az = 2,91.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sulfures métalliques*. Note de MM. **Armand Gautier** et **L. Hallopeau**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication [1], nous avons fait connaître quelques nouveaux sulfures métalliques obtenus en faisant réagir le sulfure de carbone au rouge vif sur les métaux, leurs oxydes ou leurs silicates. En particulier, nous avons décrit le sulfure de fer Fe^4S^3, et le sulfure de manganèse Mn^3S^4 qui correspond à l'oxyde salin le plus stable Mn^3O^4. Nous nous proposons de résumer aujourd'hui nos observations relatives à la sulfuration par la même méthode du nickel, du chrome et du plomb.

» *Action du sulfure de carbone sur le nickel.* — Le nickel que nous avons employé était presque pur. Il contenait 99,3 de métal, avec une petite quantité de fer et une impureté siliceuse insoluble dans les acides et provenant de la sole des fours.

» Après sulfuration au rouge blanc, il est resté dans les nacelles de porcelaine un mélange de deux substances fort différentes, et faciles à séparer : l'une noire, friable et pulvérulente, l'autre ayant subi la fusion, d'aspect métallique, dense et résistante. La première est surtout formée du sulfure connu NiS; la seconde est un sous-sulfure Ni^2S. Ce sulfure se sépare de la masse noire qui l'englobe grâce à sa fusibilité. Après l'avoir soigneusement privé de toute trace de sulfure noir NiS au sein duquel il a fondu, nous l'avons analysé en l'attaquant par l'eau régale et dosant le soufre et le nickel. Nous avons ainsi obtenu les chiffres suivants :

		Calculé pour Ni^2S.
Nickel	77,98	78,66
Soufre	21,83	21,34

» Le sous-sulfure de nickel Ni^2S est un corps d'aspect métallique, d'un éclat jaunâtre, rappelant le laiton. *Il n'est nullement magnétique* [2]. Un peu plus dur que la fluorine, il se laisse limer, casser et pulvériser parfaite-

(1) Même Volume, p. 806 (séance du 15 avril 1889).

(2) Une première opération nous avait donné d'abord un sulfure légèrement magnétique, mais celui-ci a perdu cette propriété lorsque nous l'avons soumis à une seconde sulfuration.

ment. Sa poudre est formée de cristaux confus, consistant en prismes tronqués à leurs extrémités et paraissant appartenir au système du prisme droit à base carrée. Cette poudre, douée d'abord de l'éclat métallique, passe rapidement par le frottement du pilon au vert sombre, puis se change en une substance tout à fait noire. C'est là l'indication de divers états isomériques de cette substance; ils se produisent dans des conditions analogues à celles qui modifient les sulfures et iodures de mercure.

» La densité du sous-sulfure Ni^2S est, à 0°, de 5,66.

» Ce corps ne décompose l'eau ni à froid, ni à chaud. Il n'est que très lentement attaqué par l'acide chlorhydrique étendu ou concentré, même à chaud. Il dégage alors de l'hydrogène sulfuré mêlé d'hydrogène. L'acide sulfurique agit de même. L'eau régale est son meilleur dissolvant.

» Soumis longtemps à l'influence des vapeurs de sulfure de carbone au rouge, le sous-sulfure de nickel Ni^2S se transforme en sulfure noir pulvérulent NiS.

» Le sulfure Ni^2S avait été déjà entrevu par Arfvedson qui, en réduisant le sulfate de nickel au rouge par l'hydrogène, obtint une substance semi-métallique et *magnétique* répondant à peu près à la composition Ni^2S. Ce sulfure contenait certainement du nickel libre, car nous avons vu que le sulfure Ni^2S n'est pas magnétique. Aussi le sulfure d'Arfvedson passa-t-il, aux yeux de la plupart des chimistes, pour être un mélange de sulfure NiS et de nickel métallique.

» La matière noire dont se sépare, dans notre expérience, le sous-sulfure Ni^2S est formée de 36 pour 100 d'un carbure de nickel mêlé de carbone libre en paillettes irisées, carbure insoluble dans l'eau régale [1], et de 64 pour 100 de sulfure ordinaire NiS.

» *Action du sulfure de carbone sur le chrome.* — Nous avons employé du chrome cristallisé préparé par nous dans ce but par le procédé de Wöhler, consistant à réduire au rouge le chlorure violet de chrome par le zinc pur. Le chrome ainsi mis en liberté est séparé de l'excès de zinc par l'acide nitrique étendu; nous nous sommes assurés qu'il ne contenait plus trace de ce dernier métal.

» Après sulfuration au rouge blanc dans la vapeur de sulfure de carbone, il est resté dans la nacelle une matière gris foncé qui, traitée par l'eau régale, laisse 10,93 pour 100 d'un résidu formé d'un carbure de chrome

---

[1] On y a trouvé : *carbone,* 79,95; *nickel,* 20,05.

inattaquable. Le reste est du sulfure de chrome répondant à la composition du sesquisulfure connu Cr^2S^3, comme le montre l'analyse suivante :

		Calculé pour Cr^2S^3.
Chrome.............	51,42	52,70
Soufre..............	48,58	47,80

» Ce sulfure présente bien toutes les propriétés du sesquisulfure ordinaire. C'est une substance gris noirâtre, dure, cassante, d'aspect graphitoïde, laissant une tache grise sur le papier à la façon de la plombagine.

» *Action du sulfure de carbone sur le plomb.* — Les vapeurs de sulfure de carbone transforment le plomb en galène cristallisant en cubes brillants et réguliers un peu au-dessous de la température du rouge-cerise.

» A la température du rouge blanc, on recueille souvent, à l'extrémité de sortie du tube de porcelaine, des aiguilles jaune brunâtre, qui s'enflamment à chaud en donnant de l'acide sulfureux et un résidu blanchâtre. Nous avons reconnu que ces aiguilles dégagent du sulfure de carbone en laissant du sulfure de plomb lorsqu'on les chauffe avec un acide. Ce corps paraît donc consister en un sulfocarbonate de plomb cristallisé, sel qui a été déjà obtenu par voie de double décomposition et décrit comme une poudre rouge, altérable, décomposable avec production de sulfure de carbone.

» Nous avons fait également réagir le sulfure de carbone en vapeur sur l'aluminium et l'alumine ; mais les résultats ainsi obtenus se rattachent si directement à la suite de nos études relatives à l'action du sulfure de carbone sur les minéraux alumineux, que nous renvoyons à cette partie de la publication de nos recherches la description des sulfures et oxysulfures obtenus avec ce dernier métal. »

CHIMIE. — *Sur la présence du sulfate de soude dans l'atmosphère.* Note de M. F. PARMENTIER.

« Dans ses belles recherches sur les phénomènes de sursaturation, M. Gernez a fait voir que presque tous les corps exposés à l'air, ainsi que les poussières atmosphériques, renferment du sulfate de soude. En général, ce sel se trouve à l'état de traces difficiles à déceler par les procédés chimiques, mais pouvant être rendues évidentes par la rupture de sursatu-

ration de dissolutions de sulfate de soude. Il a constaté aussi que, très souvent, des ballons préparés avec le plus grand soin et ouverts à l'air filtré, en des endroits éloignés de toute source apparente de production de sulfate de soude, se sont troublés au bout d'un temps plus au moins long.

» Toutes les personnes qui se sont occupées de ces phénomènes ont pu constater les mêmes faits. Tandis que des solutions sursaturées d'un certain nombre de sels (acétate de soude, chlorure de calcium, azotate de chaux, etc.) peuvent être abandonnées à l'air, même à l'air d'un laboratoire, sans se troubler, il est à peu près impossible de conserver à l'air libre une solution sursaturée de sulfate de soude, en n'importe quel lieu. Nous avons souvent répété ces expériences, et les résultats ont toujours été d'une très grande netteté.

» Depuis plusieurs années, frappé de ces faits, nous avons recherché l'origine de cette présence constante du sulfate de soude dans l'atmosphère. Une observation à peu près fortuite nous a amené, croyons-nous, à l'explication de ce phénomène.

» La diffusion du sulfate de soude à la surface terrestre est démontrée. Ce sel existe dans la plupart des eaux minérales, maritimes, fluviales; par conséquent, il doit exister dans le sol. Mais de ce qu'un corps solide soluble existe dans les eaux ou dans le sol, il ne résulte pas nécessairement qu'il se retrouve dans l'atmosphère. S'il est entraîné par les eaux pluviales, si ses caractères physiques s'opposent à sa cristallisation à la surface de la terre, il y a peu de chances pour qu'il se retrouve dans l'atmosphère. Si au contraire il a une tendance à cristalliser à la surface des corps poreux, à un état de division extrême, le moindre coup de vent doit l'emporter et le déposer sur tous les corps qu'il peut rencontrer.

» C'est ce qui arrive en effet pour le sulfate de soude, d'après ce qu'on va voir.

» En parcourant, l'hiver dernier, les salles de l'établissement thermal de Royat, près de Clermont-Ferrand, nous avons été frappé de la présence, sur certaines portions des murs, de magnifiques cristallisations, semblables de loin à des toiles d'araignée, en filaments très longs, très légers, que le moindre souffle fait envoler. Ces cristallisations atteignent des longueurs considérables, quelquefois $0^{m},2$, et, sur toute leur longueur, elles ont la même ténuité. En analysant ces matières, nous avons trouvé qu'elles sont constituées par du sulfate de soude presque chimiquement pur. Les résultats des analyses faites sur ce produit concordent, à quelques millièmes près, avec la composition du sulfate de soude à dix molécules d'eau. On

constate surtout ces efflorescences sur les portions des murs renfermant du plâtre et recouvertes d'une couche de chaux transformée en carbonate.

» Les eaux de Royat sont essentiellement riches en bicarbonate de soude et en sel marin. M. de Mondésir a fait voir que le sel marin en présence de calcaire donne naissance à du carbonate de soude et à du chlorure de calcium; mais, d'autre part, on sait que les différents carbonates de soude en présence de sulfate de chaux et d'un grand nombre de sulfates donnent naissance à du carbonate de chaux et à du sulfate de soude. L'état de pureté du sulfate de soude produit dans les salles de Royat, et seulement dans certaines portions de ces salles, s'explique facilement : le chlorure de sodium contenu dans les eaux d'infiltration, en présence du carbonate de chaux, se transforme en carbonate de soude. Ce carbonate et le bicarbonate des eaux réagissent à leur tour sur le plâtre pour donner naissance à du sulfate de soude. Ce sulfate de soude s'effleurit à la façon du salpêtre, mais en cristaux d'aspect spécial et remarquables par leur longueur et leur légèreté.

» On peut reproduire artificiellement ces phénomènes de cristallisation. Il suffit, en effet, comme nous l'avons fait, de mettre entre deux assiettes de porcelaine dégourdie un gâteau formé avec du sulfate de chaux et une dissolution de carbonate de soude, pour voir, au bout de quelques jours, les mêmes efflorescences légères se produire. La composition de ces efflorescences correspond exactement à celle du sulfate de soude chimiquement pur à dix molécules d'eau [1].

» Quand on abandonne ces assiettes dans un endroit humide, le même phénomène se produit. Au bout de peu de temps, les assiettes sont recouvertes de longs filaments. Dans un endroit sec, il y a encore production de cristaux, mais ces cristaux se déshydratent, et il faut arroser les assiettes pour obtenir les mêmes efflorescences légères.

» Quelle que soit l'origine du sulfate de soude dans les eaux et dans le sol, qu'il soit produit par l'acide sulfurique provenant de l'acide sulfureux répandu dans l'atmosphère par la combustion du soufre à quelque état qu'il soit ou, ce qui est plus probable, qu'il provienne en majeure partie des réactions successives du sel marin sur le calcaire et du carbonate de soude ainsi produit sur le sulfate de chaux ou autres sulfates, il nous semble

---

[1] Quand on abandonne au soleil, en flacons bouchés, ces efflorescences légères, elles se transforment en cristaux lourds et pesants, comme le sont les cristaux de sulfate de soude du commerce. Nous nous proposons de revenir sur ce fait.

acquis que la présence de ce sulfate dans l'atmosphère tient à ce que, en présence des corps humides et poreux dont la croûte terrestre est formée, il cristallise en filaments très ténus que le moindre souffle peut emporter et répandre sur tous les corps.

» Nous tenons à signaler un autre fait intéressant. Quand on fait cristalliser ce sulfate de soude entre des assiettes de porcelaine dégourdie, à l'air libre ou humide, et qu'on reproduit par des arrosages deux ou trois fois ces cristallisations, les assiettes tombent en poussière. On observe le même phénomène sur des pierres très dures, telles que la pierre de Volvic, dans l'établissement de Royat; au bout de quelques années, ces pierres tombent en menus fragments. La cristallisation du sulfate de soude, et peut-être d'autres sels analogues, en présence de roches poreuses et difficilement attaquables par les eaux, doit entrer en ligne de compte dans l'explication du délitement de ces roches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cyanacétophénone, l'orthométhylcyanacétophénone et l'éther orthotoluylacétique. Méthode générale de synthèse d'acides β-acétoniques de la série aromatique.* Note de M. A. **Haller**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai démontré que la cyanacétophénone renferme un groupe méthylène compris entre CO et CAz, et qu'elle est susceptible de fournir des dérivés métalliques de la formule $C^6H^5-CO.CHM.CAz$.

» Grâce à cette constitution, elle est également capable de donner naissance à un dérivé azoïque analogue à ceux qu'on obtient avec l'éther acétoacétique. Ce dérivé se prépare en ajoutant une solution alcoolique de cyanacétophénone neutralisée par de la soude à la quantité théorique de chlorure de diazobenzol, recueillant le précipité jaune, le lavant et le faisant cristalliser dans l'alcool.

» Ce corps se présente sous la forme de longues aiguilles soyeuses et jaunes, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, mais solubles dans l'alcool bouillant et les alcalis. Il fond à 135°,7 (corr.). On peut le représenter par la formule $C^6H^5-CO-CH\left\langle\begin{matrix}Az^2C^6H^5\\CAz\end{matrix}\right.$ et l'appeler *azobenzolcyanacétophone*.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1448.

» *Orthométhylcyanacétophénone :* $C^6H^4\langle{}^{C^2H^5}_{CO-CH^2.CAz}$. — L'éther orthotoluylcyanacétique se décompose, ainsi que je l'ai fait voir ([1]), en acide carbonique, alcool et orthométhylcyanacétophénone, quand on le fait bouillir avec de l'eau. Il se produit en même temps un corps résineux brunâtre et incristallisable. L'acétone se dépose au sein de l'eau en aiguilles qu'on purifie par cristallisation dans l'éther. On obtient ainsi de gros cristaux blancs très nets et ayant l'aspect de prismes rhombiques avec modification sur les angles.

» Ce corps fond à 74°,4 (corr.), est soluble dans l'alcool et les alcalis, insoluble dans l'éther de pétrole. Il possède une constitution analogue à celle de son homologue inférieur et se comporte d'ailleurs comme celui-ci vis-à-vis des différents agents qu'on met en présence. Ainsi, quand on traite sa solution dans la soude par du chlorure de diazobenzol, on obtient un dérivé azoïque ressemblant à celui décrit plus haut

$$C^6H^4\langle{}^{CH^3}_{CO-CHNa.CAz} + C^6H^5Az^2Cl = NaCl + C^6H^4\langle{}^{CH^3}_{CO-CH\langle{}^{Az^2C^6H^5}_{CAz}}.$$

» Ce corps se présente sous la forme de petits cristaux à base rhombique, de couleur jaune, solubles dans l'alcool bouillant, dans l'éther et dans les alcalis. Il fournit avec la soude une combinaison qui cristallise en aiguilles soyeuses ou en paillettes jaunes. Il fond à 124°,7 (corr.) et constitue l'*azobenzolorthométhylcyanacétophénone*.

» *Action de l'alcool chlorhydrique sur l'orthométhylcyanacétophénone.* — Lorsqu'on abandonne à elle-même, et dans une enceinte froide, une solution de la cyanacétone dans de l'alcool absolu saturé d'acide chlorhydrique, il se dépose, au bout de quelque temps, de fines aiguilles d'un chlorhydrate d'éther imidé

$$C^6H^4\langle{}^{CH^3}_{CO-CH^2CAz} + C^2H^5OH + HCl = C^6H^4\langle{}^{CH^3}_{CO-CH^2-C\langle{}^{AzHHCl}_{OC^2H^5}}.$$

» Ce chlorhydrate, broyé avec de l'ammoniaque aqueuse, fournit l'éther imidé, qu'on fait cristalliser dans l'alcool. On obtient ainsi de beaux cristaux, ayant la forme de prismes ou de tables rectangulaires fondant à

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 104.

116°,3 (corr.). Ce corps, qu'on peut considérer comme l'éther *orthotoluylacétimidoéthylique*, est soluble dans l'alcool et dans l'éther et insoluble dans les alcalis. Quand on le fait bouillir avec de l'alcool aqueux, légèrement acidulé de HCl, il ne tarde pas à se décomposer en chlorhydrate d'ammoniaque et en éther *orthotoluylacétique*, homologue supérieur de l'éther benzoylacétique.

» Pour isoler ce nouvel éther, il suffit d'étendre la solution d'eau, de recueillir les gouttelettes huileuses qui se déposent et de les dessécher. Cet éther se forme en vertu de la réaction

$$C^6H^4\begin{cases}CH^3\\CO\text{-}CH^2\text{-}C\begin{cases}AzHHCl\\OC^2H^5\end{cases}\end{cases} + H^2O = C^6H^4\begin{cases}CH^3\\CO\text{-}CH^2\text{-}CO^2C^2H^5\end{cases} + AzH^4Cl.$$

» Il se présente sous la forme d'un liquide huileux, légèrement coloré, possédant une odeur semblable à celle de l'éther benzoylacétique. Il est un peu soluble dans les alcalis et donne avec les sels ferriques une coloration violette.

» Cet éther, ayant une constitution semblable à celle de son homologue inférieur, se prêtera sans aucun doute aux mêmes synthèses que lui.

» Les recherches que nous venons d'exposer et celles relatives aux éthers benzoyl- et orthotoluylcyanacétique, nous autorisent maintenant à généraliser ces réactions et à les considérer comme pouvant servir à la préparation de toute une série d'acides β-acétoniques de la série aromatique; aussi allons-nous donner, sous forme d'équations, la série de réactions par lesquelles il est nécessaire de passer pour arriver à ce but :

$$(1)\quad R\text{-}CO\text{-}Cl + CHNa\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases} = R\text{-}CO\text{-}CH\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases} + NaCl,$$

$$(2)\quad R\text{-}CO\text{-}CH\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases} + H^2O = R\text{-}CO\text{-}CH^2CAz + CO^2 + C^2H^5OH,$$

$$(3)\quad R\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}CAz + C^2H^5OH + HCl = R\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}C\begin{cases}AzHHCl\\OC^2H^5\end{cases},$$

$$(4)\quad R\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}C\begin{cases}AzHHCl\\OC^2H^5\end{cases} + H^2O = R\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}CO^2C^2H^5 + AzH^4Cl.\text{»}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du potassium sur le triphénylméthane.* Note de MM. **M. Hanriot** et **O. Saint-Pierre**, présentée par M. Friedel.

« On sait que la présence de certains groupements dits *électro-négatifs* dans une molécule peut communiquer aux atomes d'hydrogène voisins la propriété d'être remplacés directement par des métaux. Cette propriété a été constatée pour les groupes CO^2H, CO et CAz.

» Nous avons cherché si le groupement phényle C^6H^5, dont la présence diminue rapidement la basicité dans les phénylamines, ne suffirait pas à imprimer des propriétés acides à un atome d'hydrogène voisin, et notre étude a porté sur le triphénylméthane $CH(C^6H^5)^3$.

» Le sodium n'attaque pas le triphénylméthane même à l'ébullition.

» Lorsque l'on chauffe le triphénylméthane avec du potassium vers 200° dans une atmosphère de gaz inerte, on voit le potassium disparaître en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène, et il se forme une substance rouge qui est vraisemblablement un dérivé potassé du triphénylméthane. La grande altérabilité de ce composé ne permettant pas de l'isoler, nous avons dû en constater la présence par l'action de réactifs capables de fournir des dérivés substitués du triphénylméthane.

» Si l'on opère à une température plus élevée, au delà de 250°, le dégagement d'hydrogène est plus abondant, la masse brunit fortement et il se forme le dérivé potassé d'un hydrocarbure moins hydrogéné que le triphénylméthane. Ce dérivé, traité par l'acide chlorhydrique, donne par distillation un corps bouillant au delà de 360°, que l'on purifie en le dissolvant dans le chloroforme et le précipitant par le pétrole. Il fond à 148°,5 et a fourni à l'analyse des chiffres répondant à la formule $C^{19}H^{14}$.

» Un hydrocarbure de même composition, fusible à 145°,5, a été obtenu autrefois par Hemilian dans la distillation sèche du chlorure de triphénylméthane et par l'action de la benzine sur l'alcool fluorénique en présence d'anhydride phosphorique. Cette dernière synthèse, jointe à ce fait que, par oxydation, il donnait de l'acide orthobenzoylbenzoïque, avait conduit Hemilian à lui donner la formule $C^6H^5-CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}$.

» En répétant cette oxydation avec l'hydrocarbure que nous avons obtenu, nous avons reconnu que l'acide orthobenzoylbenzoïque qui se forme dans ces conditions provient de ce fait que, le triphénylméthane du com-

merce contenant toujours des isomères supérieurs à chaînes latérales (ainsi que nous l'avons signalé précédemment), il est naturel que notre hydrocarbure en contienne également. Le produit réel de l'oxydation est de la benzophénone. De plus, nous n'avons jamais pu obtenir de composé correspondant au triphénylcarbinol, ni d'acide diphénique ou de diphénylène-acétone dont la production serait très probable d'après la constitution donnée par Hemilian. Aussi proposons-nous la formule

$$C^6H^4 = C \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases},$$

qui nous explique plus facilement sa formation, aussi bien que ses produits d'oxydation.

» Traité à froid par le brome en solution chloroformique, cet hydrocarbure donne un dibromure (sans dégagement d'acide bromhydrique) fusible à 187°, répondant à la formule $C^{19}H^{14}Br^2$.

» Dans d'autres conditions, il se fait un dérivé monobromé avec départ d'acide bromhydrique et que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool. Il fond à 110° et sa composition correspond à la formule $C^{19}H^{13}Br$.

» L'hydrocarbure $C^{19}H^{14}$ se dissout facilement dans l'acide nitrique fumant avec dégagement de chaleur et, par refroidissement, il se dépose de petits cristaux d'un dérivé nitré à peu près insoluble dans la benzine, l'éther et le chloroforme. Ils se décomposent en fondant vers 240° et correspondent, d'après le dosage d'azote, à un dérivé dinitré

		Calculé pour	
		$C^{19}H^{12}(AzO^2)^2$.	$C^{19}H^{11}(AzO^2)^3$.
Az pour 100	8,75	8,43	11,14

» Nous n'avons pu en étudier les dérivés amidés, par suite de la faible quantité de substance dont nous disposions.

» Les dérivés que nous obtiendrons pourront donc se rapporter, soit à cet hydrocarbure, soit au triphénylméthane, et, dans ce dernier cas, il pourra se faire des dérivés du type $CR(C^6H^5)^3$ ou bien $CH \begin{cases} C^6H^4R \\ (C^6H^5)^2 \end{cases}$, car nous avons constaté que le tétraphényléthylène $(C^6H^5)^2C = C(C^6H^5)^2$, traité de la même façon par le potassium, le dissolvait avec dégagement d'hydrogène, la substitution ne pouvant avoir lieu que dans un des noyaux phényle.

» *Action de l'acide carbonique sur le dérivé potassé du triphénylméthane.* — On chauffe ce dérivé vers 200° dans un courant de gaz carbonique. Celui-ci est absorbé, la masse blanchit et, lorsqu'on la dissout dans l'eau et que l'on précipite par l'acide chlorhydrique, il se dépose un corps qui, purifié par cristallisation dans l'éther, fond à 264° en perdant de l'acide carbonique et donnant du triphénylméthane fusible à 94°. C'est donc l'acide triphénylacétique, comme nous l'avons vérifié par l'analyse.

» Cette réaction nous montre la formation du dérivé $CR(C^6H^5)^3$.

Action du chlorure de benzyle. — Le dérivé potassé est recouvert de benzine pour modérer la réaction et l'on ajoute peu à peu le chlorure en maintenant à l'ébullition. Pour terminer la réaction, on chasse la benzine, on rajoute du chlorure de benzyle et l'on chauffe pendant quelques heures au réfrigérant à reflux. Par distillation dans le vide du produit soluble dans la benzine, on obtient un corps cristallisé fusible à 140° et que l'on purifie par cristallisation dans le pétrole. A l'analyse, ce corps a donné des chiffres qui lui assignent la formule $C^{26}H^{22}$.

» Il donne un dérivé bromé fusible à 177°, ayant pour formule $C^{26}H^{21}Br$.

» *Action du chlorure de benzoyle.* — La préparation se fait de même, sauf qu'en épuisant par la benzine bouillante le produit de la réaction, il se dépose par refroidissement de petits cristaux fusibles à 172°, que l'on purifie par cristallisation dans l'acétone.

» Cette substance correspond, non pas au triphénylméthane, mais à l'hydrocarbure $C^{19}H^{14}$, comme le montre l'analyse :

			Calculé pour	
			$C^{26}H^{20}O$.	$C^{26}H^{18}O$.
C pour 100.........	90,04	90,00	89,65	90,17
H pour 100.........	5,32	5,38	5,75	5,20

» Traitée par la potasse alcoolique, elle se dédouble en hydrocarbure $C^{19}H^{14}$ et acide benzoïque. C'est donc le benzoylphénylène-diphénylméthane.

» L'acide iodhydrique et le phosphore la réduisent en donnant le dérivé benzylé correspondant $C^{26}H^{20}$. Ce corps, cristallisé dans un mélange d'alcool et de benzine, fond à 234°. A l'analyse, il a fourni les résultats suivants :

		Calculé pour $C^{26}H^{20}$.
C pour 100............	93,77	93,98
H....................	5,84	6,00

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'azote nitrique par le protosulfate de fer.* Note de M. **Bailhache**, présentée par M. Friedel.

« C'est Pelouze qui, le premier, a appliqué la réaction de l'acide azotique sur les sels de protoxyde de fer au dosage des nitrates; il se servait de protochlorure de fer. Cette méthode est défectueuse : Frésénius déclare que les résultats en sont très variables et énumère les principales causes d'inexactitude.

» Aussi toutes les stations agronomiques ont-elles adopté la méthode Schlœsing, avec la modification apportée par M. Grandeau. C'est cette méthode qui a servi longtemps au laboratoire agronomique de Seine-et-Oise, mais la lenteur du procédé et la fréquence des absorptions m'ont fait chercher un procédé plus rapide et aussi exact. Je crois l'avoir trouvé en reprenant et en modifiant à mon tour la réaction de Pelouze.

» Au lieu du chlorure, c'est le protosulfate de fer en solution fortement acidulée par l'acide sulfurique que j'ai choisi pour plusieurs raisons : 1° on évite ainsi les pertes de fer par volatilisation contre les parois surchauffées du ballon, cas qui se présente quelquefois dans l'emploi du chlorure; 2° la solution sulfurique de sulfate ferreux bouillant à une température plus élevée, on parvient à chasser plus rapidement la totalité du bioxyde d'azote.

» L'appareil consiste simplement en un matras jaugé de 250^{cc} sur lequel s'ajuste un bouchon de caoutchouc traversé par deux tubes : le premier est un tube de 5^{cm} à 6^{cm} effilé à sa partie supérieure; le second, qui descend à un demi-centimètre du fond du ballon, est surmonté d'un entonnoir à robinet, de forme cylindrique, de 35^{cc} à 40^{cc} de capacité. Cet entonnoir à robinet sert non seulement à introduire la solution du nitrate à essayer, mais encore à faire couler lentement, au commencement et à la fin de l'opération, une solution de bicarbonate de soude, dont l'acide carbonique, au début, chasse l'air de l'appareil, et à la fin expulse du ballon les dernières traces de bioxyde d'azote.

» On emploie pour titrer le fer non peroxydé le bichromate de potasse avec la réaction finale indicatrice du ferricyanure de potassium.

» Les liqueurs suivantes sont nécessaires : 1° liqueur de protosulfate de fer contenant par litre 100^{gr} $FeO, SO^3, 7HO$, et 75^{cc} d'acide sulfurique monohydraté; 2° liqueur de bichromate de potasse à $17^{gr},85$ de bichromate pur et sec par litre; 3° liqueur titrée de nitrate de soude à 50^{gr} de ce sel pur et sec par litre, en solution dans l'eau distillée; 4° une solution saturée

de bicarbonate de soude à froid. La liqueur de bichromate de potasse peroxyde exactement son volume de la liqueur de fer; toutes deux correspondent par litre à $10^{gr},192$ de nitrate de soude.

» *Mode opératoire.* — On introduit dans le ballon 50^{cc} de la liqueur titrée de protosulfate de fer et environ 25^{cc} d'acide sulfurique monohydraté. On agite, puis on met en place le bouchon de caoutchouc portant l'entonnoir à robinet et le tube effilé. Le ballon ainsi disposé est placé sur un bain de sable capable d'en contenir au besoin cinq ou six semblables.

» Le robinet étant fermé, on verse dans l'entonnoir 25^{cc} de la solution de bicarbonate de soude. On règle l'ouverture du robinet, de façon que l'écoulement se fasse goutte à goutte. Le liquide ne tarde pas à bouillir et l'ébullition se soutient, tandis que l'entonnoir se vide. Avant que tout soit complètement écoulé, on introduit dans l'entonnoir 10^{cc} de la liqueur titrée de nitrate de soude.

» A ce moment, on doit porter toute son attention sur la continuité de l'ébullition et le dégagement régulier du bioxyde d'azote, qui ne doit jamais devenir tumultueux ni s'arrêter, si toutefois le robinet a été bien réglé.

» A mesure que la liqueur s'écoule, le contenu du ballon brunit de plus en plus; avant que l'entonnoir soit complètement vide, on ferme le robinet. Quand la teinte brun foncé de la liqueur a disparu, on introduit dans l'entonnoir 25 nouveaux centimètres cubes de la solution de bicarbonate de soude que l'on fait couler lentement, puis on retire du feu, le robinet ayant été fermé. On laisse refroidir et l'on complète après lavage le volume avec de l'eau distillée; on agite et l'on titre le fer non peroxydé avec la solution de bichromate de potasse. Le nombre de centimètres cubes donne par un calcul très simple le tant pour cent en azote de nitrate de soude.

» Depuis près d'un an, cette méthode est employée par M. Debesse, chimiste au laboratoire agronomique de Seine-et-Oise, qui l'a soumise à une sérieuse vérification, ce dont je suis heureux de lui exprimer ici publiquement ma reconnaissance.

» Voici, dans le Tableau suivant, quelques chiffres pris dans les cahiers du laboratoire :

	Procédé			
	Schlœsing-Grandeau.	Houzeau.	au sulfate de protoxyde de fer.	Chiffre théorique.
Nitrate de soude pur (azote pour 100).	16,45	»	16,45	16,47
Superphosphate azoté » » .	5,45	5,40	5,50	»
Nitrate de soude comm. » » .	15,80	»	15,75	»
» » » .	15,40	»	15,45	»
» » » .	15,65	»	15,60	»

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de la néphélinite à Rougiers (Var).* Note de MM. **Michel Lévy** et **Collot**, présentée par M. Fouqué.

« Les néphélinites, très abondantes en Allemagne et en Bohême, n'ont été jusqu'ici signalées en France que sur un seul point, à Essey-la-Côte, près Nancy (¹); c'est pourquoi nous tenons aujourd'hui à faire connaître l'existence d'une roche de cette espèce dans un département fort éloigné du gisement précédent.

» A 1^{km} à l'ouest-nord-ouest de Rougiers (Var) s'élève un mamelon entouré par les calcaires du muschelkalk et isolé d'eux par l'érosion. La majeure partie de cette butte ne montre que des tufs volcaniques; mais vers le sommet on découvre, sous une épaisse couche de terre brun rougeâtre, une roche compacte, lourde, très dure et tenace. Elle est noirâtre, un peu grenue à l'œil et riche en grains de péridot. Connue depuis longtemps, cette roche a passé jusqu'ici pour un basalte, mais le microscope nous y a révélé la néphéline à l'exclusion de tout feldspath. Dans l'acide chlorhydrique tiède, cette roche se désagrège facilement par suite de la décomposition de la néphéline; la liqueur abandonne par évaporation d'abondants cubes de chlorure de sodium.

» La composition de la néphélinite de Rougiers est relativement très simple : elle comporte deux temps distincts de consolidation, avec une structure mi-partie microlitique, mi-partie grenue. *Premier temps :* fer oxydulé, péridot, biotite. *Deuxième temps :* microlites de pyroxène, fer oxydulé, néphéline grenue jouant le rôle de ciment.

» Le *fer oxydulé* du premier temps est en assez gros octaèdres, formant parfois des agrégats polysynthétiques avec des grains de péridot; il est probable que, dans ce dernier cas, il y a épigénie d'un minéral très ancien, résorbé au cours de l'élaboration de la roche.

» L'*olivine*, très abondante, en grands et petits cristaux $p(001)$, $g^1(010)$, $g^3(216)$, $a^1(011)$, présente des traces assez nettes des clivages $h^1(100)$ et $g^1(016)$. Elle est incolore, en plaque mince, et ne contient que des inclusions vitreuses et de petits cristaux de fer oxydulé.

» La *biotite*, en petites lamelles déchiquetées, très polychroïques dans les tons bruns, moule le fer oxydulé et l'olivine.

» Le *pyroxène*, très abondant, se présente exclusivement en microlites

(¹) Vélain, *Bulletin de la Société géologique*, 3e série, t. XIII, p. 568.

enchevêtrés, allongés suivant $h^1 g^1 (100)(010)$ et de six à dix fois plus longs que larges. On distingue quelques pointements $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$ et d'assez nombreuses macles polysynthétiques suivant $h^1(100)$; dans ce cas, les lamelles hémitropes sont comme concentrées au centre des microlites. La couleur de cette augite est brun rosé ; elle n'est pas sensiblement polychroïque en plaque mince. L'angle que fait l'axe n_g avec $h^1(100)$ dans la face $g^1(010)$ dépasse 50°, comme dans les augites sodifères, et la zone d'allongement est de signe variable ($\pm$).

» Le *fer oxydulé* du second temps est en petits octaèdres et parfois aussi en agrégats de grande dimension, moulant les microlites de pyroxène et simulant la structure ophitique.

» Quant à la *néphéline*, elle est en plages grenues, sans formes propres, et moule tous les autres éléments, servant ainsi de ciment à la roche. Ses clivages $m(10\bar{1}0)$ et $p(0001)$ sont relativement très bien marqués, même dans les parties les plus intactes, et rappellent certaines zéolites. Ils se coupent à 120° dans les sections toujours éteintes qui, en plaques un peu épaisses, montrent un axe optique unique négatif. La réfringence et la biréfringence, faibles, sont bien celles de la néphéline. Par traitement à l'acide hydrofluosilicique, on obtient en abondance les prismes hexagonaux caractéristiques du fluosilicate de soude.

» Dans certaines variétés, les actions secondaires développent quelques minéraux intéressants : le péridot se montre traversé de veinules de *serpentine*. Le pyroxène s'entoure d'une bordure d'*œgyrine* verte, très biréfringente.

» Enfin, dans les échantillons pointillés de blanc par la décomposition de la néphéline, les clivages de celle-ci sont jalonnés par des écailles de *pholérite* et par de fines aiguilles de *natrolite*.

» Le contact de la roche éruptive avec le muschelkalk montre des phénomènes de pénétration. Le calcaire est jaune, un peu spathique et traversé de petits filonnets de roche volcanique. Celle-ci est transformée en une wake verdâtre identique à celle des parties en dehors du calcaire. Le calcaire renferme du talc semé en lamelles blanches brillantes et en veinules de $0^{cm},5$ d'épaisseur moyenne, qui accompagnent celles de la roche éruptive. La même substance se retrouve, loin du calcaire, en veines dans les tufs de la face septentrionale du piton volcanique. Ces veinules, d'un vert très clair, onctueuses, rayées par l'ongle, sont en partie compactes comme la stéatite, en partie formées de fibres perpendiculaires à la surface. Dans les parties les plus cristallines, la substance est divisée par

trois clivages rectangulaires de même importance, qui résultent d'une association pseudoquadratique de lamelles aplaties suivant p et rangées parallèlement à $p(001)$, $h^1(100)$ et $g^1(010)$. Au microscope, on constate encore deux axes optiques extrêmement rapprochés, avec une bissectrice négative; biréfringence très considérable, dépassant 0,04. Les caractères chimiques sont, d'ailleurs, les caractères ordinaires du talc : coloration rosée au chalumeau avec l'azotate de cobalt, beaucoup de magnésie, pas d'alumine, un peu de fer. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un sulfate de baryte naturel, monoclinique et dimorphe de la barytine.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Le sulfate de baryte n'est connu que sous la forme orthorhombique. Au cours d'une mission au Canada, qui m'a été confiée l'an dernier par M. le Ministre de l'Instruction publique, j'ai trouvé un sulfate de baryte naturel, monoclinique et dimorphe de la barytine. Cette substance se rencontre aux environs de Templeton (province de Québec), non loin du petit village de Perkin's Mill. Elle forme des masses laminaires dans les calcaires cristallins, à quelques mètres d'une ancienne exploitation d'apatite.

» Le minéral possède trois clivages : l'un très facile, à éclat nacré, donne des lamelles très minces par la seule pression des doigts : le second, moins facile, possède l'éclat vitreux; le troisième, plus difficile en apparence, se montre assez net dans les sections minces.

» Les propriétés optiques font voir que ce minéral est monoclinique : le clivage vitreux est parallèle au plan de symétrie, $g^1(010)$; je désigne par $h^1(100)$ le clivage le plus facile, prenant pour base $p(001)$ le troisième clivage :

$$pg^1 = 90^\circ,$$
$$h^1 g^1 = 90^\circ,$$
$$ph^1 = 102^\circ \text{ à } 103^\circ.$$

» L'angle plan $ph^1(001)(100)$ a été mesuré dans une section mince $g^1(010)$.

» Le minéral présente une macle polysynthétique avec $h^1(100)$ pour face d'association et rotation de 180° autour d'un axe normal à cette face. Cette macle se manifeste dans $g^1(010)$ par de nombreuses lamelles hémitropes, ressemblant à celles des feldspaths tricliniques : l'une des séries

de bandes est toujours plus développée que l'autre. Il faut y ajouter des macles par *interpénétration*, rappelant celles qui ont été décrites par M. Des Cloizeaux dans l'épistilbite.

» Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1(010). L'angle des axes est voisin de 90°. L'indice n_p coïncide avec l'orthodiagonale et semble être la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques.

» Dans g^1(010), la normale optique n_g fait un angle de 46° avec h^1(100), dans l'angle obtus $p\,h^1$(001)(100); par suite, n_m fait un angle de 44° avec h^1 dans l'angle aigu de ph^1. On peut en déduire la position du plan des axes optiques, situé dans la zone $p\,h^1$. Ce plan (a^n) fait un angle de 124° avec p(001) et de 134° avec h^1 (postérieur).

» Les indices principaux ont été mesurés par la méthode de la réflexion totale (réfractomètre Bertrand) :

	(Jaune) Na.	(Vert) Th.
n_g	1,6459	1,6351
n_m	1,6413	1,6305
n_p	1,6364	1,6252

d'où

$n_g - n_p$	0,0095	0,0099
$n_g - n_m$	0,0046	0,0046
$n_m - n_p$	0,0049	0,0053

» Le minéral est remarquable par son éclat nacré suivant h^1(100) : il est transparent en lames d'un demi-centimètre d'épaisseur.

» Il décrépite légèrement dans le tube fermé, sans subir aucune altération, et en perdant environ 0^{gr},002 par gramme. Il possède la dureté et toutes les propriétés chimiques de la barytine, et ne renferme ni chlore ni fluor; au chalumeau, il fond sur les bords en un émail blanc.

» L'analyse a donné la composition suivante :

$BaSO^4$	96,9
$SrSO^4$	2,0
$CaSO^4$	1,2
	100,1
Densité à 15° C.	4,39

» Cette composition chimique est celle de la barytine normale. Cependant les propriétés physiques décrites plus haut ne laissent aucun doute sur les différences physiques existant entre les deux substances.

» C'est le premier cas de dimorphisme observé dans cette série de sul-

fates terreux, si abondants dans la nature. Il serait curieux de chercher s'il existe une seconde forme de célestine et d'anhydrite.

» Je propose de désigner ce nouveau minéral sous le nom de *Michel-lévyte,* la dédiant à mon maître et ami, M. Michel Lévy. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la rectification de l'alcool.* Note de M. **E. Sorel**, présentée par M. Schlœsing.

« La rectification des alcools industriels a pour but la production d'alcool concentré et la séparation entre l'alcool éthylique et les divers principes qui l'accompagnent.

» Pour atteindre le second résultat, on s'efforce de diviser en plusieurs lots les principes volatils contenus dans les alcools à traiter, de façon à isoler, d'une part, de l'alcool chargé des principes étrangers les plus faciles à vaporiser en présence d'alcool concentré, dits *produits de tête,* d'autre part, de l'alcool chargé des principes étrangers les moins faciles à vaporiser, dits *produits de queue,* et, entre ces deux produits impurs, une portion aussi grande que possible de l'alcool éthylique suffisamment dépouillée d'impuretés pour être offerte à la consommation.

» En répétant la rectification sur les têtes et les queues, on sépare finalement l'alcool mis en œuvre en alcool d'une pureté acceptable et en alcool chargé d'impuretés, destiné, non à la consommation, mais à des applications industrielles diverses.

» Les appareils de rectification proprement dits sont intermittents, ils fonctionnent de la façon suivante :

» Un certain volume d'alcool additionné d'eau est porté à l'ébullition dans une chaudière surmontée d'une colonne où les vapeurs, produites par cette ébullition, s'élèvent, tandis que redescend, d'une façon continue, un liquide alcoolique produit par leur condensation partielle; elles s'enrichissent en alcool par leur contact avec ce liquide, contact que l'on cherche à rendre le plus intime possible par des dispositifs qui caractérisent les différents types de rectificateurs.

» Enfin, après avoir traversé la colonne entière, les vapeurs pénètrent dans un réfrigérant, nommé *analyseur,* où elles subissent une condensation partielle. Les vapeurs non condensées vont se liquéfier plus loin et donnent, suivant la phase de la rectification, les mauvais goûts, les moyens goûts, bons goûts de tête, cœur, bons goûts, moyens goûts, mauvais

goûts de queue, que l'on sépare d'après leurs qualités organoleptiques.

» Les condensations de l'analyseur ou reflux redescendent à travers toute la colonne, comme il a été dit plus haut.

» La construction et la direction des appareils de rectification reposent sur un certain nombre de données pratiques dont les deux principales sont :

» Plus l'analyseur condense de vapeurs et, par suite, plus l'alcool produit est concentré, plus la quantité d'alcool relativement pur obtenue du premier jet est considérable. Les deux résultats cherchés sont donc simultanément obtenus.

» Plus le nombre des plateaux divisant la colonne est grand ou, en général, plus est développée dans le sens du mouvement des fluides la surface de contact des vapeurs et des reflux, plus la purification est facile. Mais c'est la concentration qui joue le rôle prépondérant. Ainsi une colonne fournissant de l'alcool à 96°-97° G.-L. donnera, toutes choses égales d'ailleurs, un produit incomparablement plus pur qu'une colonne du même type fournissant de l'alcool à 93°-94° G.-L., et la quantité d'alcool acceptable comme pur est beaucoup plus grande dans le premier cas que dans le second.

» Ces règles pratiques ont amené les constructeurs à réaliser de sérieux perfectionnements; mais la théorie du fonctionnement des colonnes de rectification est loin d'être établie. On ne voit pas nettement comment cette différence de titre de 2 pour 100, qui modifie à peine la température d'ébullition et la solubilité des impuretés, est si efficace. J'espère que les recherches suivantes jetteront un certain jour sur la question. Je laisse de côté l'influence connue du nombre des étages pour me borner au rôle de la concentration.

» Étendant aux mélanges alcooliques que je considère ici les recherches de M. Duclaux (*Annales de Chimie et de Physique*, 1878), on reconnaît que, étant donné un mélange bouillant de deux liquides volatils solubles l'un dans l'autre, mais sans action chimique réciproque, dont j'appellerai le plus rare une impureté, le plus abondant le dissolvant, il y a un rapport constant entre le poids de ladite impureté contenue dans 1^{kg} des vapeurs dégagées et le poids de la même impureté contenue dans 1^{kg} du liquide bouillant. Appelons k ce rapport pour une impureté et un dissolvant déterminés. Il décroît à mesure que la liqueur alcoolique est plus concentrée, tant parce que la température d'ébullition s'abaisse, que parce que la solubilité de l'impureté est plus grande. Je reviendrai du reste sur cette question.

» Ceci posé, étudions un cas limite, soit une colonne de rectification divisée en un nombre infini d'étages, et admettons que la capacité de la chaudière qui alimente cette colonne est telle que, pendant un intervalle de temps notable, le titre en alcool du liquide contenu dans les étages supérieurs de la colonne n'est pas modifié (une chaudière chargée d'alcool à 30°-40° G.-L. n'est ordinairement épuisée qu'en trente ou quarante heures; certains appareils suédois ne sont, paraît-il, épuisés qu'en une semaine). Nous avons le droit d'écrire que, pendant un intervalle de temps notable, le régime de l'étage considéré est permanent, au point de vue de l'alcool, c'est-à-dire que tout l'alcool absolu qui y entre, soit de bas en haut dans les vapeurs, soit de haut en bas dans les liquides, doit en ressortir intégralement.

» Considérons maintenant un étage de la colonne condensant un poids δp de vapeur; supposons qu'il cède à l'étage immédiatement supérieur un poids p de vapeurs, à l'étage immédiatement inférieur un poids P de reflux; appelons σ le taux d'une impureté isolée dans les vapeurs, s le taux de cette impureté dans les reflux, et écrivons la permanence du régime pendant un temps suffisamment court, pour que s et k ne varient qu'en fonction de p,

$$(1)\qquad \mathrm{P}s + p\sigma = (\mathrm{P} - \delta p)(s - \delta s) + (p + \delta p)(\sigma + \delta\sigma).$$

» L'étage étant infiniment petit, les variations $\delta p\,\delta s$ et $\delta p\,\delta\sigma$ sont négligeables.

» Substituons à $\delta\sigma$ sa valeur $k\,\delta s + s\,\delta k$ tirée de la relation $\sigma = ks$, nous obtenons

$$(2)\qquad \frac{\delta s}{s\,\delta k}(kp - \mathrm{P}) = (1 - k)\frac{\delta p}{\delta k} - p.$$

» Si la quantité d'alcool absolu débitée par l'appareil dans l'unité de temps est constante, à une augmentation des reflux de l'analyseur correspondra une augmentation de P et de p, telle que p soit toujours égal à P plus au débit de vapeurs échappant à l'analyseur : p est donc toujours plus grand que P; à une augmentation des reflux correspond une augmentation de la concentration dans chaque plateau, d'où une diminution de k; donc, δp étant positif, $\frac{\delta p}{\delta k}$ est négatif.

» Si $\frac{\delta s}{\delta k}$ est positif, le taux s diminuera pour une augmentation de p :

l'impureté considérée sera donc ramenée au nombre des impuretés de queue; si $\frac{\delta s}{\delta k}$ est négatif, le contraire aura lieu, ks finira par croître et, comme la source est limitée, l'impureté considérée disparaîtra plus vite que l'alcool, et d'autant plus vite que $p\frac{\delta s}{\delta k}$ sera plus grand en valeur absolue.

» Ainsi le classement des impuretés n'est pas seulement fonction de k, mais de p et de $kp - P$, et l'on ne peut déduire des résultats fournis par une distillation simple ce qui se passe dans une rectification. Je reviendrai sur ce sujet dans une prochaine Communication. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur les dégâts produits sur les épis de maïs par un insecte hémiptère* [Pentatoma (Nezara) viridula *Linné*]. Note de M. **Alexandre Laboulbène**, présentée par M. Blanchard.

« Les épis de maïs, une des céréales les plus nutritives, sont attaqués pendant leur formation et avant la maturité des graines par plusieurs insectes. Je viens appeler l'attention de l'Académie sur l'un d'eux, car les ravages produits peuvent s'étendre jusqu'au tiers et même dépasser la moitié de la récolte.

» Il s'agit d'un insecte hémiptère. Les premiers spécimens que j'ai reçus du département des Landes, et qui étaient à l'état de larve, ne permettaient pas une détermination précise, les entomologistes ayant toujours décrit ces insectes parvenus à leur développement complet. La caractéristique de ces déprédateurs était la suivante : taille mesurant de 7^{mm} à 8^{mm} jusqu'à 1^{cm}, les plus gros atteignant 11^{mm} à 12^{mm} de longueur. La forme totale du corps en ovale court, élargi en arrière, avec l'écusson triangulaire, ayant le grand diamètre transversal. Couleur jaune verdâtre sur l'abdomen et vert jaunâtre bronzé sur la tête, le pronotum, l'écusson et le moignon des hémélytres; une fine bordure rougeâtre sur les côtés du corps. Deux séries de six taches blanchâtres abdominales, et cinq à six autres taches plus larges sur le connexivum. Dessous vert jaunâtre, plus pâle à l'extrémité; cuisses vertes, jambes rougeâtres, tarses noirâtres. Il était rationnel d'admettre la larve d'une Pentatomide qui restait à déterminer.

» Sous cette forme aptère, l'insecte nuit autant, sinon plus, qu'à l'état définitif ou de perfectose, quand il est pourvu d'ailes et peut voler. Lorsque j'ai pu obtenir des insectes parfaits, bien différents des larves, je me suis assuré qu'ils se rapportaient à la *Pentatoma* ou *Nezara viridula* Linné,

qui a pour synonymes : *P. smaragdula* Fabricius ; *P. prasina* Mulsant et dont une variété, avec la tête ainsi que le pronotum bordés de jaune en avant, prend le nom de *P. torquata* Fabricius. La taille est de 11^{mm} à 15^{mm} et jusqu'à 16^{mm} ; la forme allongée, ainsi que celle de l'écusson ; la coloration d'un beau vert uniforme, jaunâtre en dessous, avec la partie membraneuse des hémélytres blanche, transparente, non irisée.

» Les dégâts causés par la *Pentatoma viridula* sous ses divers états de larve et de nymphe agiles, ainsi que d'insecte parfait, sont facilement appréciables sur les épis mûrs, dont la forme est modifiée. Tel épi est diminué de hauteur, un autre courbé, contracté ; l'extrémité est dépourvue de grains, ceux-ci n'existant qu'à la base ; d'autres fois des séries entières de grains manquent sur toute la longueur et dans une large étendue. Le rendement est de la sorte très réduit ou misérable.

» Des cultivateurs croyaient que l'insecte pénétrait dans l'enveloppe de l'épi pour sucer la substance lactescente des jeunes grains. J'admettais cette succion, mais faite en dehors, parce que c'est constamment sur les épis que se trouvent, parfois en quantité considérable, les Pentatomes. M. le Dr Lafaury, entomologiste zélé, a confirmé ma prévision et m'a écrit : « J'ai observé une Pentatome à l'état de larve, placée sur un épi en plein soleil. Je l'ai vue enfoncer son long suçoir. L'insecte est resté dans cette position tant que le grain lui a offert un liquide à sucer, puis il a retiré son suçoir, qu'il a de nouveau fait pénétrer profondément dans des points voisins. Je m'en suis alors emparé, craignant de le perdre et je vous l'envoie ». Les *Pentatoma viridula* percent donc l'enveloppe de l'épi et absorbent le contenu des grains de maïs qui alors s'atrophient. L'épi du côté piqué est dépourvu de toutes les graines et reste desséché.

» Ces insectes ont été d'une abondance excessive en 1887, dans plusieurs contrées du département des Landes, et on leur a fait une chasse assidue jusqu'à deux et trois fois par jour. En 1888, ils ont été beaucoup moins nombreux. Plusieurs personnes consultées pensent que les Pentatomes viendraient sur le maïs après avoir été sur le blé : les bordures des pièces de maïs, voisines de celles cultivées en blé, sont constamment les premières attaquées ; de plus, comme le blé est généralement fauché au moment où l'épi de maïs vient d'être fécondé et grossit, les Pentatomes se jetteraient sur le maïs manquant d'épis de blé.

» Il est possible qu'il en soit ainsi. Une intéressante Communication de M. Pomel, faite récemment à l'Académie (*Comptes rendus* du 18 mars 1889, p. 575-577), a fait connaître les ravages d'un Hémiptère sur les céréales des

hauts plateaux algériens. M. Pomel a bien voulu m'envoyer l'insecte appelé *Oum Tebag* (Mère de la calamité). Cet insecte, qu'il se proposait de nommer *Ælia triticiperda*, a déjà été décrit par Fieber sous le nom de *Ælia cognata;* il diffère de l'*Ælia acuminata* Linné. Enfin il n'est pas inutile d'observer que cette *Ælia* si nuisible au blé est voisine, dans le cadre zoologique, de la *Pentatoma viridula;* toutes les deux sont de véritables fléaux pour l'agriculture lorsque des circonstances favorables ont produit leur multiplication excessive.

» Je crois, en terminant, devoir rapprocher de ces faits une indication restée jusqu'à ce jour à l'état de problème : c'est la mention d'un insecte ravageant les cultures de maïs et de blé aux environs de Murcie en Espagne : « une Mouche, nommée *Paulina*, de couleur blanche, légèrement rayée de noir sur les ailes et sur le dos, plus grosse, mais assez semblable à la Punaise. » L'insecte, comme les Sauterelles d'Égypte, arriverait par nuées; il s'abat sur un champ et s'attache à l'épi qu'il pique et sur lequel il répand une liqueur infecte qui dessèche la tige et réduit le grain en une pâte semblable à de l'amidon; on assure que, employé en pain, l'usage en serait mortel. « La *Paulina*, qu'aucun entomologiste n'a encore décrite, a paru dans la Huerta de Lorca, où elle a fait de grands ravages; maintenant elle a pénétré dans celle de Murcie. » (Bonafous, *Histoire naturelle et agricole du Maïs*, in-folio avec Planches, p. 112; Paris, 1836).

» La description d'un insecte ayant les formes non d'une Mouche, mais d'une Punaise, blanc, rayé de noir, se rapporterait fort bien à une *Ælia*, nuisible à la fois au maïs et au blé.

» Dans une prochaine Note, je chercherai quels sont les meilleurs moyens de détruire les Hémiptères nuisibles aux récoltes des céréales et de s'opposer ainsi à leurs déprédations. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie du Peuplier pyramidal.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai, depuis plusieurs années, étudié, dans une propriété que je possède dans le département de Loir-et-Cher, la maladie du Peuplier pyramidal qui a fait l'objet d'une récente Communication de M. P. Vuillemin (*Comptes rendus*, séance du 25 mars 1889).

» Le caractère principal du mal qui a été décrit est la mort précoce de l'extrémité des jeunes pousses, qui commencent à se développer au prin-

temps; elles se courbent en crosse en décrivant souvent plus d'un demi-cercle, noircissent, meurent et se dessèchent. Des pousses latérales prennent un développement anticipé, mais l'arbre se couvre de bois mort et sa végétation reste languissante. La cause de cette maladie est bien certainement la Sphériacée, que M. Vuillemin a nommée *Didymosphæria populina;* la description qu'il en donne est exacte. Durant l'été, les fructifications du petit parasite sont des pycnides; il se rapporte alors au genre *Phoma.* C'est la seule forme que j'aie trouvée sur les pointes desséchées des rameaux jusqu'à la fin d'octobre. Il semble, d'après cela, que les périthèces se forment plus tardivement dans le département de Loir-et-Cher qu'en Lorraine. Après l'hiver, je les ai récoltés en abondance, bien développés et mûrs au mois de mars.

» Mais il est une altération grave de la végétation des Peupliers qui n'a pas attiré l'attention de M. Vuillemin, ou qu'il n'a pas cru devoir rapporter à la même maladie.

» Dans la première quinzaine de mai, en Loir-et-Cher, on voit, sur les Peupliers malades, les jeunes feuilles, celles surtout qui sont situées au voisinage des extrémités de pousses tuées l'année précédente et chargées à ce moment des périthèces mûrs du *Didymosphæria populina,* noircir par places et se dessécher en se ratatinant. L'altération porte sur une partie plus ou moins étendue des jeunes feuilles, surtout sur leur extrémité et sur leurs bords. Elle rappelle assez celle que pourrait produire une gelée.

» Si l'on examine les places desséchées et noirâtres, vers le 15 mai, on les voit couvertes comme d'une sorte de fleur par un léger revêtement d'aspect pulvérulent et de couleur jaune clair, qui devient peu à peu d'un brun olive foncé tout en s'épaississant. Si l'on détache de la feuille un peu de cette matière pulvérulente et qu'on la porte sur le microscope, on voit qu'elle est formée par des conidies fusiformes, portées par de très courtes basides. Quand elles sont jeunes, elles sont d'un jaune pâle et encore uniloculaires; plus tard, elles se divisent en trois par la formation de deux cloisons transversales; elles brunissent, et alors, vues en masse, elles présentent une couleur olive foncé.

» Ces conidies sont portées par un mycélium qui a envahi tout le tissu de la feuille et l'a tué; leur production n'est pas localisée sur des points déterminés; elles se développent sur toutes les places mortes, tant en dessus qu'en dessous des feuilles. Elles germent aisément dans l'eau au bout d'une vingtaine d'heures.

» M. Frank a observé sur le Peuplier Tremble, aux environs de Berlin,

une altération des feuilles qui, d'après la description qu'il en a donnée, me paraît identique à celle que je constate depuis plusieurs années au printemps sur mes Peupliers malades. Il a rapporté le petit Champignon qui couvre les feuilles malades du Tremble de ses conidies olivâtres au genre *Fusicladium* et l'a nommé *Fusicladium Tremulæ*. Saccardo l'a rapporté au genre *Napicladium* et l'a décrit, dans son *Sylloge*, sous le nom de *Napicladium Tremulæ* (Frank) Sacc.

» L'apparition constante de cette même altération des feuilles sur les pousses attaquées par le *Didymosphæria* m'avait fait regarder comme probable que le revêtement olive des jeunes feuilles était dû à une forme conidiale du *Didymosphæria populina*. J'ai voulu l'établir expérimentalement.

» Au mois d'avril, j'ai apporté du département de Loir-et-Cher dans mon laboratoire, à Paris, des rameaux de Peuplier portant sur leur extrémité desséchée de très nombreux périthèces mûrs de *Didymosphæria* et les ai plantés dans de grands pots remplis de terre humide. A la douce température de la pièce, les bourgeons se sont bientôt développés et les petites feuilles ont commencé à s'épanouir. J'ai fait alors humecter deux fois par jour, à l'aide d'un pulvérisateur, les pousses et particulièrement leurs extrémités chargées de périthèces, tantôt couvrant certains rameaux sous une cloche pour les maintenir à une grande humidité, tantôt les laissant exposés à l'air libre. Dans ces conditions, l'éjaculation des spores s'est faite très bien; les périthèces se sont vidés et bientôt tout le jeune feuillage a présenté des taches noires identiques à celles qui se sont montrées sur les arbres en plein air un mois plus tard.

» Ainsi la maladie des feuilles du Peuplier pyramidal n'est pas d'une autre nature que celle de ses jeunes pousses. Le *Napicladium* des feuilles n'est que la forme conidienne et printanière du parasite qui envahit et tue les extrémités des rameaux, sur lesquelles il fructifie en *Phoma* pendant l'été et en *Didymosphæria* à l'hiver. »

MÉDECINE. — *Sur l'œdème* ex vacuo *de la muqueuse tympanique chez le fœtus*. Note de M. **Boucheron**.

« On sait que la caisse du tympan, chez le fœtus, ne contient point d'air, et que sa cavité est comblée tantôt par un tissu mou (homme, chat, chien, etc.), tantôt par du liquide (cobaye, etc.), tantôt par du tissu mou accompagné de liquide (veau, mouton, et parfois l'homme). Le liquide et même le tissu mou disparaissent très rapidement, en quelques

heures, ou quelques jours, quand le nouveau-né a fait pénétrer de l'air dans sa caisse tympanique ([1]).

» C'est la nature de ce tissu, l'origine du liquide et surtout la cause de cette disparition rapide que nous voulons rechercher dans cette Note.

» Selon nous, le tissu mou qui comble la caisse est un œdème *ex vacuo* de la muqueuse tympanique, produit par le mécanisme de la ventouse; le liquide tympanique, quand il existe seul, ou quand il accompagne l'œdème, est une sécrétion *ex vacuo* de l'épithélium mucipare de la caisse; enfin, dès l'apparition de l'air dans la caisse tympanique, l'œdème s'affaisse et le liquide se résorbe, parce que, le vide ayant cessé, le mécanisme de la ventouse cesse également, ainsi que ses conséquences.

» La ventouse est constituée, dans l'oreille, par l'écartement des parois de la caisse, tout d'abord accolées au premier âge de l'embryon. C'est de là que procèdent, de par un mécanisme physique, toutes les conséquences de la ventouse, œdème *ex vacuo* et liquide exhalé.

» En effet : 1° l'examen microscopique montre que le tissu mou de la caisse, c'est la muqueuse dont le tissu cellulaire sous-chorial est infiltré de liquide. 2° L'expérimentation, chez les animaux, montre que, si l'on produit le vide dans la caisse tympanique, il se forme un œdème de la muqueuse tympanique et une exhalation *ex vacuo* de mucus dans la caisse.

» Quelques détails sur ces résultats :

» *Examen microscopique.* — On constate d'abord, comme l'ont fait les auteurs précédents, que les osselets, sauf le manche du marteau, sont enfouis dans le tissu spécial et que, d'autre part, c'est sur la paroi labyrinthique qu'il se développe pour venir au contact de la membrane tympanique. — L'épithélium cilié tapisse toute la surface libre, avec ses trois variétés : épithélium haut, cylindrique, mucipare près de la trompe; épithélium cubique, peu élevé, à noyaux rapprochés, et, en d'autres points, épithélium très bas à noyaux espacés. — Le tissu sous-épithélial se compose de lamelles dissociées, écartées les unes des autres et anastomosées, formées de cellules plates, ramifiées, anastomosées. Peu ou pas de fibrilles conjonctives. Des vaisseaux et des nerfs. — La substance interposée entre les lamelles est amorphe ou légèrement grenue. C'est le liquide un peu épais de l'exsudat œdémateux. — Là où le liquide interstitiel est partiellement résorbé, les

---

([1]) De très nombreux auteurs se sont occupés de l'oreille moyenne du fœtus et du nouveau-né à l'état normal et à l'état pathologique, depuis Duverney, 1680; Kopper, 1857; de Trœltsch, 1858; Schwartze, Zaufal, Wreden, Wendt, Gellé, Parrot, Renaut et Barety, Kölliker, Kutscharianz, Netter, etc.

lamelles se rapprochent, se juxtaposent et forment une mince bande sous-épithéliale.

» *Expérimentation.* — Sur des chiens adultes, nous avons oblitéré les trompes d'Eustache, en en cautérisant l'orifice nasal au thermocautère, ce qui a déterminé ultérieurement une cicatrisation des plaies juxtaposées et une soudure des parois ([1]).

» La caisse du tympan étant plus tard ouverte sous l'eau, nous avons constaté d'abord l'absence totale d'air; d'autre part, la cavité de la caisse était remplie, pour la majeure partie, par une grande masse de mucus, avec des transformations de la mucine en cholestérine (dans les cas anciens); dans d'autres cas, par du muco-pus contenant des microbes; enfin, généralement, il existait un certain épaississement de la muqueuse vascularisée, le plus souvent tomenteuse, papilleuse.

» L'*interprétation* de ces constatations est fort simple.

» Quand la trompe est fermée, l'air de la caisse se résorbe, comme l'air injecté sous la peau. Mais la cavité de la caisse ne peut rester inoccupée. A mesure que l'air tympanique se résorbe, le vide est comblé, comme sous une ventouse, par un gonflement et une vascularisation de la muqueuse. Comme le tissu sous-muqueux est très dense chez l'adulte, la muqueuse ne peut se soulever suffisamment pour venir au contact de la membrane tympanique. Alors l'épithélium mucipare de la caisse sécrète abondamment, et bientôt la caisse est entièrement remplie de liquide mucineux, qui prend ainsi la place de l'air résorbé.

» *Comparaison entre l'état expérimental ci-dessus décrit et l'état normal de la caisse tympanique du fœtus.* — Chez le fœtus, la caisse tympanique ne forme d'abord qu'une fente virtuelle. La paroi externe est accolée à la paroi interne. A mesure que la paroi externe, rigide, s'écarte de la paroi interne, également rigide, une cavité se produit, qui ne peut rester vide. Cette cavité est comblée tantôt par du liquide muqueux sécrété par l'épithélium de la caisse, tantôt par l'œdème de la muqueuse elle-même, le liquide s'exhalant des vaisseaux sous-muqueux, au lieu de fournir à la sécrétion de l'épithélium mucipare. Enfin il y a parfois du liquide intra et extra-muqueux, un œdème de la muqueuse et un exsudat mucineux.

» *Mécanisme de la résorption de l'œdème* ex vacuo *et du liquide.* — D'après l'opinion qui vient d'être formulée, sur la production de l'œdème et du liquide tympanique, une disparition du phénomène physique de la ventouse doit amener rapidement la disparition de ses effets.

([1]) Les expériences ont été faites au laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

» Quand le fœtus respire et déglutit, il ouvre ses trompes d'Eustache; l'air s'y précipite, pénètre dans la caisse, fait cesser le vide et, dès lors, le liquide est résorbé et l'œdème tend à s'affaisser. Chez les êtres où la caisse ne contient que du liquide, l'air le remplace en un jour. Chez ceux où l'œdème est seul, cet œdème assez dur, à liquide peu fluide (il ne s'écoule pas par piqûre), persiste partiellement deux ou trois jours. Exceptionnellement, quelques êtres, dont la race présente un œdème de la caisse (homme), n'ont que peu ou pas d'œdème, et beaucoup de liquide, ou seulement du liquide. L'exsudat est extra et non intra-muqueux. On a dû, à cause de ces cas, abandonner l'idée de faire un signe médico-légal de la présence ou de l'absence de l'œdème tympanique chez le fœtus qui a respiré.

» *Applications pathologiques.* — Quand la trompe est oblitérée chez l'homme par un simple rhume, le vide tend à se produire dans la caisse et, avec le phénomène de la ventouse, la vascularisation et l'œdème de la muqueuse, ainsi que l'exhalation de mucus : engouement, selon l'expression ancienne, qui tend à cesser par l'insufflation d'air.

» Lors du vide tympanique, la pression atmosphérique, sans contrepoids, presse sur la face externe du tympan, et cette pression est transmise par les osselets au labyrinthe et au nerf, d'où surdité, chez l'homme et le nouveau-né, s'améliorant par l'insufflation d'air.

» Le mucus de la caisse sert de *milieu de culture aux microbes,* plus ou moins pathogènes, chez l'enfant et l'adulte, d'où l'aspect de magma puriforme, qui avait déjà frappé Duverney. *Tympanum excrementis plenum,* disait-il déjà en 1680, ce qui a été confirmé par tant d'observateurs jusqu'à M. Netter, en 1889, qui vient de cultiver ces microbes.

» L'opinion adoptée par les auteurs modernes, c'est que la caisse est remplie d'un tissu embryonnaire, *tissu muqueux.* L'aspect microscopique est, en effet, semblable au type muqueux. Seulement, c'est du liquide un peu épais d'œdème qui, dans l'oreille, est interposé entre les lamelles embryonnaires sous-épithéliales, et non une masse amorphe permanente, comme dans le tissu muqueux vrai. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les orages des 17 et 19 mai 1889 en Bohême.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les indications que m'avait fournies la photographie du Soleil avant l'ouragan de février, et qui m'avait permis de l'annoncer quatre jours d'avance.

» Le 14 mai 1889, la photographie du Soleil a présenté des apparences qui m'ont fait prévoir une nouvelle catastrophe pour les 18 et 19 mai.

» En effet, dans la nuit du 16 au 17, au nord-ouest, à l'ouest et au sud-ouest, un orage effroyable, avec grêle et chutes d'eau énormes, se déchaînait et dévastait la vallée de l'Angel. Jusqu'ici 42 morts ont été trouvés sous les décombres des maisons et dans les rivières d'Angel et de Rudbusa. La vallée est recouverte par des avalanches de pierres et de boue, les maisons de plusieurs villages sont détruites.

» Notons que le passage de l'essaim périodique du 15 mai, d'après M. Denning, et le jour de la période solaire du 19 mai étaient très rapprochés l'un de l'autre. La photographie du Soleil, par un calme absolu, montrait, le 14 mai, à $9^h 35^m$ du matin, des zones blanches elliptiques de 3 à 7 diamètres solaires, très nettes, entourées de halos noirs très étendus; tandis que, le 13 mai, à $9^h 0^m$, il n'y avait que des zones circulaires très étroites de 1 à 2 diamètres et blanchâtres.

» Le 18 mai, le ciel, à Prague, s'étant éclairci entièrement, les zones atteignaient des dimensions extraordinaires, de 5 à 8 diamètres solaires. Le ciel reste clair le lendemain 19 mai jusqu'à midi; mais, vers $1^h 30^m$, un court orage s'abat sur Prague, suivi par trois orages successifs qui durent jusqu'à la nuit et dévastent les environs jusqu'à 18^{km} de rayon.

» Les zones sont encore très grandes, mais moins nettes que les jours précédents. Le 15 mai, j'avais annoncé qu'un orage épouvantable devait éclater les 18 et 19 mai : cela s'est vérifié tout à fait pour Prague.

» Les chemins de fer qui aboutissent à Prague (de Vienne, de Breslau, de Munich) étaient en partie détruits; le chemin de fer de l'Ouest a tellement souffert que les communications ont été interrompues jusqu'au 20 mai; les avalanches de pierres d'une montagne voisine de Béroun ont couvert le chemin de fer, et il faudra plusieurs jours de travail pour déplacer les masses énormes qui sont descendues dans cette vallée étroite.

» Le dernier ouragan du 8 au 9 février 1889 et l'orage du 19 mai sont séparés par un intervalle de 100 jours; les deux catastrophes se sont produites après 8 demi-rotations solaires, $12,6 \times 8 = 100^j,8$; c'est à peu près le même jour que l'année passée, le 20 mai 1888, sur Prague et ses environs, jusqu'à 28^{km} de distance, un orage effroyable était venu s'abattre, causant, par la destruction des chaussées, des ponts, des chemins de fer, et par la grêle, plus de $10\,000\,000^{fr}$ de dommages. »

M. d'Abbadie présente à l'Académie deux exemplaires des « Nouvelles Tables logarithmiques » offertes par le colonel *Derrécagaix*, directeur du service géographique de l'armée, et s'exprime en ces termes :

» Ces Tables sont à 5 décimales et sont dues à l'initiative de notre regretté Confrère Perrier, dont le travail a été achevé par M. le lieutenant-colonel Bassot. Les logarithmes des fonctions circulaires sexagésimales sont tirés sur papier bleu. Ceux des nombres et des fonctions centésimales ont été imprimés sur un papier jaunâtre qui ne fatigue pas la vue comme le papier blanc. Ces Tables sont les plus claires qu'on ait publiées jusqu'à présent et la facilité de leur lecture est due surtout à l'emploi de chiffres inégaux en hauteur, où la force des déliés est presque aussi grande que celle des pleins. Des logarithmes à 4 décimales et des Tables auxiliaires terminent le Volume. Ces Tables emploient les caractéristiques négatives. Pour indiquer la fraction décimale, le point haussé y remplace la virgule, qui a l'inconvénient d'être employée, parmi les chiffres, à deux usages différents.

» Les fractions décimales de l'angle droit sont aussi commodes à manier que celles de tout notre système métrique, déjà adopté par la majorité du genre humain. Cependant les géodésiens belges et français sont les seuls jusqu'à présent qui emploient les divisions décimales du quadrant, quoiqu'elles économisent $\frac{2}{7}$ du temps consacré soit à l'observation, soit au calcul, ainsi qu'on s'en est assuré en Italie par des expériences déjà anciennes. Il est à regretter que bien des savants tiennent encore à l'usage des divisions sexagésimales en Astronomie et en Physique. Elles nous viennent des Chaldéens, se compliquent de trois diviseurs différents et non exprimés, durent depuis 40 siècles au moins et sont un exemple curieux de la plus vieille routine qui, malgré le progrès des sciences, gouverne encore une grande partie du monde. »

M. E. Isaac adresse une Note intitulée : « Le dernier mot sur le postulatum d'Euclide ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

———

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 MAI 1889.

Service géographique de l'Armée. — Nouvelles Tables de logarithmes à cinq décimales pour les lignes trigonométriques, dans les deux systèmes de la division centésimale et de la division sexagésimale du quadrant et pour les nombres de 1 *à* 12000, etc. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. in-4°. (Deux exemplaires.)

Le nouveau matériel naval; par A. LEDIEU et ERNEST CADIAT. Tome premier. Paris, Vve Ch. Dunod, 1889; 1 vol. gr. in-8° et un atlas. (Renvoyé au concours du Prix extraordinaire de six mille francs.)

Élévation des eaux par la chaleur atmosphérique. — Utilisation des chaleurs perdues. — Forces gratuites. — Éclairage gratuit. — Froid gratuit; par CH. TELLIER. Paris, J. Michelet, 1889; 1 vol. in-8°.

Application de la méthode rationnelle aux études dynamométriques. — Appareils et procédés d'expérience. — Résultats obtenus dans l'étude de la résistance des trains; par M. DESDOUITS. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées*, t. XI, 26); 1 vol. in-8°. (Envoyé au concours du prix Poncelet.)

Anatomie et physiologie de l'oreille. — La lame spirale du limaçon et l'organe de Corti d'après des recherches originales; par B. LŒWENBERG. Paris, E. Martinet, 1870; br. in-8°. (Envoyé au concours du prix Bordin.)

Études sur le développement des Annélides et en particulier d'un Oligochœte limicole marin; par M. LOUIS ROULE. 1 vol. in-8° et un atlas. (Envoyé au concours du grand prix des Sciences physiques.)

La parasitologie comparée du sang. — I. Nouvelles recherches sur les parasites du sang des oiseaux. — II. Recherches sur les hématozoaires des tortues; par B. DANILEWSKY. Kharkoff, 1889; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

La maladie pyocyanique; par A. CHARRIN. Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches sur le développement des Poissons osseux. — Embryogénie de la truite; par L.-FÉLIX HENNEGUY. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*.) Paris, Félix Alcan, 1888; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de La-

caze-Duthiers et renvoyé au concours du grand prix des Sciences physiques.)

Urines. — Dépôts. — Sédiments. — Calculs. — Application de l'analyse urologique à la séméiologie médicale; par E. GAUTRELET. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. in-12.

Société de Médecine légale de France. Tome X, 2e Partie. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. in-8°.

La Manufacture nationale de Sèvres, 1879-1887. — *Mon administration, Notices scientifiques et documents administratifs; par* CHARLES LAUTH. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol gr. in-8°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER, 12:2. Stockholm, F. et G. Beijer, 1889; br. in-4°.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. Erlangen, E.-Th. Jacob, 1872-1889; 13 vol. in-8°.

The comparative danger to life of the alternating and continuous electrical currents; by HAROLD P. BROWN. New-York; br. in-8°.

The coral reefs of the hawaiian islands; by ALEXANDER AGASSIZ (*Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College*), vol. XVII, n° 3. Cambridge, 1889; br. in-8°,

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance de lundi prochain sera remise au mardi 11 juin.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Henri Becquerel*, pour remplir dans la Section de Physique la place devenue vacante par la nomination de M. *Berthelot* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Henri Becquerel** prend place parmi ses Confrères.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion du carbone sous ses divers états : diamant, graphite, carbone amorphe;* par MM. **Berthelot** et **Petit**.

« La chaleur de combustion du carbone est l'une des données fondamentales de la Thermochimie; elle l'est par elle-même, et surtout parce que cette chaleur de combustion, jointe à celle de l'hydrogène, permet de calculer les chaleurs de formation des composés organiques par les éléments, d'après les principes de calcul établis par l'un de nous en 1865 [1]; elle joue en outre un rôle essentiel dans l'évaluation de la chaleur animale.

» L'existence des états allotropiques multiples du carbone, cristallisés et amorphes, complique ces problèmes, en même temps qu'elle en augmente l'intérêt.

» Nous allons donner des mesures précises de la chaleur de combustion du carbone à l'aide des méthodes nouvelles, fondées sur l'emploi de la bombe calorimétrique.

» Sans nous reporter jusqu'aux lointains essais de Lavoisier et Laplace, ni jusqu'aux chiffres de Dulong, rendus inexacts par la production, non soupçonnée d'abord, d'une certaine dose d'oxyde de carbone, il suffira de rappeler les expériences plus correctes de Favre et Silbermann [2], lesquelles ont fait foi jusqu'à ce jour et n'ont été encore reprises par personne, à cause de la grande difficulté de ce genre de déterminations. La formation d'une proportion d'oxyde de carbone, renfermant de 2 à 35 centièmes du carbone total, la lenteur des combustions primitives, qui duraient jusqu'à quarante-huit minutes, la nécessité de pesées multiples et d'une combustion complémentaire rendent les mesures calorimétriques extrêmement pénibles et jettent sur les résultats une incertitude qu'il nous a paru nécessaire d'écarter.

» Commençons par le *carbone amorphe*. Nous l'avons préparé avec du charbon de bois, convenablement divisé, et traité successivement par l'acide chlorhydrique bouillant, par l'acide fluorhydrique, par le chlore au rouge blanc, puis calciné dans le four Perrot. Le produit final (séché à 130°) était exempt d'hydrogène; il renfermait, sur 100 parties : 99,34 de carbone pur et 0,66 de cendres (évaluées par des pesées distinctes). Sa

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 331.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIV, p. 411.

combustion dans la bombe, au sein de l'oxygène comprimé à 25^{atm}, s'effectue sans difficulté : elle est totale et instantanée. La mesure même ne dure que quatre miuutes. Nous avons exécuté 6 déterminations. Les cendres ont été déduites.

Poids du carbone réel brûlé.	Chaleur de combustion rapportée à 1^{gr}.
gr	cal
0,8113	8131,5
0,6529	8141,8
0,8410	8134,3
0,8758	8140,6
0,4342	8136,6
0,9405	8139,4
Moyenne	8137,4

» Cela fait pour C^2 (= 12^{gr} carbone amorphe) + O^4 = C^2O^4 : + $97^{Cal},65$.

» Ce nombre est le même à pression constante et à volume constant.

» Favre et Silbermann ont trouvé en moyenne, pour 1^{gr} : 8080^{cal}; soit pour $C^2 = 12$: + $96^{Cal},96$. L'écart avec notre chiffre est de 7 millièmes environ : étant donnée la complication de leurs mesures, il est surprenant qu'il ne soit pas plus élevé.

» *Graphite cristallisé.* — Nous avons employé du graphite cristallisé, provenant de la fonte, et dont M. Güntz avait eu l'obligeance de nous procurer 1^{kg}. Il a été purifié par des traitements réitérés, au moyen de l'acide chlorhydrique; puis lavé et séché à l'étuve. Son analyse, dans cet état, a fourni C = 99,79; cendres : 0,21; hydrogène : 0,02 (humidité?).

» La combustion de ce graphite a fourni pour 1^{gr} de carbone réel (2 expériences) $7899^{cal},7$.

» Nous avons cru utile, pour plus d'exactitude, de le chauffer au rouge un instant en présence de l'air : ce qui l'a débarrassé, en effet, de la trace d'hydrogène qu'il retenait jusque-là. Il a été ensuite brûlé dans la bombe calorimétrique. Comme la petite spirale de fer incandescente ne suffisait pas pour l'enflammer, nous avons dû le mélanger avec un corps plus aisément combustible : nous avons choisi la naphtaline, composé dont la chaleur de combustion, déterminée dans quatre séries d'expériences, faites par trois groupes d'opérateurs différents et avec trois instruments distincts, peut être regardée comme connue avec une très grande exactitude (1); le

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIII, p. 303 et 326.

poids de ce combustible auxiliaire a varié du tiers au cinquième de celui du graphite. En définitive :

Poids du carbone graphite (¹).	Chaleur de combustion rapportée à 1^{gr}.
gr	cal
0,9716	7910,4
0,4872	7896,5
0,8626	7900,6
0,6770	7900,6
0,7913	7900,9
Moyenne	7901,2

» Les écarts extrêmes s'élèvent à moins de 2 millièmes.

» Le graphite initial avait fourni sensiblement le même chiffre.

» On tire de là, pour $C^2 (= 12^{gr}$ graphite cristallisé$) + O^4 = C^2O^4$: $+ 94^{Cal},81$.

» Favre et Silbermann ont trouvé en moyenne, pour 1^{gr} de graphite de deux origines : 7796^{cal} et 7762^{cal};

» Soit pour $C^2 = 12^{gr}$: $93^{Cal},55$ et $93^{Cal},14$.

» L'écart avec nos mesures s'élève, pour le nombre extrême, à près de 2 centièmes. Ces auteurs avaient employé comme combustible auxiliaire du charbon de bois, formant le tiers du poids du graphite.

» *Diamant.* — Nous attachions une grande importance à mesurer la chaleur de combustion du diamant, à cause de l'intérêt théorique qui s'attache à cette forme du carbone cristallisée, si différente des deux autres par la plupart de ses caractères. Mais son prix élevé rend les essais de ce genre extrêmement coûteux. Heureusement, nous avons rencontré un négociant en diamants, M. Léopold Taub, qui, avec une grande libéralité, a bien voulu nous donner 5 grammes de diamant pour l'exécution de nos expériences. Nous devons le remercier ici de sa générosité scientifique. Nous avons pu opérer ainsi sur le diamant cristallisé (du Cap) et sur le diamant noir, non clivable, qui porte le nom de *bort*.

» La combustion du diamant s'est effectuée sans difficulté, en opérant sur des fragments concassés et associés à une dose de naphtaline, qui a varié entre 11 et 16 centièmes du poids du diamant, c'est-à-dire bien moindre

(¹) Cendres déduites.

qu'avec le graphite. Nous avons obtenu, cendres (0,12 centièmes) déduites :

Poids du carbone diamant.	Chaleur de combustion rapportée à 1gr.
gr	cal
0,8586	7853,6
0,3754	7861,4
0,7158	7862,2
0,8138	7858,8
Moyenne	$7859^{cal},0$

» Les résultats extrêmes ne s'écartent que d'un millième. On tire de là

$$C^2 (= 12^{gr} \text{ carbone diamant}) + O^4 = C^2O^4 \ldots\ldots \quad 94^{Cal},31$$

» Deux expériences ont été faites avec le bort :

Poids du carbone diamant bort.	Chaleur de combustion pour 1gr.
gr	cal
0,4203	7864,7
0,4957	7857,1
	$7860^{cal},9$

Pour $C^2 = 12^{gr}$ .... $94^{Cal},34$

C'est le même chiffre sensiblement que pour le diamant ordinaire.

» Favre et Silbermann ont fait seulement deux combustions, avec 2^{gr} de diamant en tout, mêlé (chaque fois?) avec $1^{gr},5$ de charbon : ce qui diminue beaucoup la précision ; ils ont trouvé pour 1^{gr} : 7770^{cal} et 7878^{cal}. Ils ont préféré le premier chiffre, seul reproduit dans leur Tableau final et qui conduit, pour $C^2 = 12^{gr}$, à $93^{Cal},24$.

» L'écart avec nos mesures surpasse un centième.

» Le Tableau suivant résume nos propres résultats :

	Chaleur moléculaire de combustion.
	Cal
Carbone amorphe	97,65
Graphite cristallisé	94,81
Diamant	94,31

» Ces trois variétés fournissent donc des résultats différents : l'écart surpasse $3^{Cal},24$ ou 3 centièmes pour le carbone amorphe; il est d'un demi-centième pour le graphite : telle est la chaleur qui se dégagerait, si l'on ramenait ces deux variétés à l'état de diamant. Les valeurs anciennes adoptées jusqu'ici pour la chaleur de combustion du carbone doivent donc être augmentées dans une proportion très sensible, laquelle accroît en même temps les chaleurs de formation de tous les composés organiques depuis leurs éléments, telles qu'elles ont été calculées jusqu'à ce jour. »

BOTANIQUE. — *Sur le pédicule de la racine des Filicinées;* par M. **Ph. Van Tieghem**.

« Pour les anatomistes qui connaissent la structure des Fougères et qui savent comment elle s'explique par la polystélie, il ne subsiste plus aucun doute sur la nature caulinaire des stolons aphylles des *Nephrolepis*. Ces stolons sont monostèles, tandis que la tige mère est polystèle : c'est toute la différence. La chose est aujourd'hui évidente et hors de discussion.

» Aussi, après m'être, à bon droit, étonné qu'un observateur aussi habile que M. Trécul persiste à la méconnaître, me serais-je abstenu de répondre à sa Note [1], si notre Confrère, pour s'en faire aussitôt un argument décisif, ne m'y avait adressé un reproche aussi grave que mal fondé.

» A l'en croire, j'aurais, dans l'explication de la *fig.* 564 (p. 653) de mon Mémoire, « combattu moi-même mon opinion » émise dans le texte à la page 531, et reconnu, dans ce second passage, l'identité de structure du stolon et de la racine, niée dans le premier [2].

» Pour m'avoir si mal compris, il faut que M. Trécul n'ait pas seulement pris la peine de lire les deux Chapitres de mon travail qui traitent, l'un de l'origine des radicelles dans la racine des Filicinées (Ire Partie, Chap. IV, p. 363, *fig.* 389-418), l'autre de l'origine des racines dans la tige de ces mêmes plantes (IIe Partie, Chap. IV, p. 528, *fig.* 564-583). Il y aurait vu que j'ai insisté d'une manière toute particulière sur la formation, au-dessous de la radicelle ou de la racine, de ce que j'ai nommé un *pédicule* plus ou moins développé. Ce pédicule, qui est d'origine péricyclique, appartient au cy-

---

(1) Trécul, *Sur la nature radiculaire des stolons des* Nephrolepis (*Comptes rendus*, 27 mai 1889, p. 1082).

(2) *Loc. cit.*, p. 1083.

lindre central du membre générateur, dont il n'est qu'une protubérance latérale et dont il partage nécessairement la structure. Il est étranger à la radicelle ou à la racine qu'il supporte et qui est d'origine endodermique.

» Si le membre générateur est une racine, le pédicule a en petit la structure de la racine, et par conséquent ressemble à la radicelle qui le termine. On peut alors, sans trop grande erreur, le regarder comme étant la base même de la radicelle. Mais si le membre générateur est une tige, ce qui est le cas notamment pour les stolons des *Nephrolepis,* le pédicule a en petit la structure de la tige, et par suite diffère profondément de la racine qui le surmonte. On ferait alors une faute grave en le considérant comme la partie inférieure de la racine. C'est pour prémunir les anatomistes contre cette cause d'erreur, que j'ai attiré si fortement leur attention sur ce phénomène après tout secondaire.

» Ceci rappelé, à l'explication de la *fig.* 564 (p. 653) relative à l'origine de la racine dans le stolon du *Nephrolepis exaltata,* j'ai dit, en effet : « Le pédicule *pd* de la racine est constitué comme le cylindre central de la tige ». Mais on voit, par ce qui précède, que cette assertion est et demeure parfaitement d'accord avec l'opinion émise dans le texte à la page 531. En attribuant à la racine elle-même ce que j'ai dit de son pédicule, chose ici toute différente, notre Confrère non seulement m'a mal lu, mais encore est tombé précisément dans l'erreur qu'il fallait éviter.

» En résumé, c'est bien à tort que M. Trécul m'a accusé de contradiction, et s'il y a eu dans cette affaire une « inadvertance », on sait maintenant de quel côté. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur le spectre d'Uranus;* par M. **J. Norman Lockyer**, communiquée par M. Mouchez.

« Poursuivant l'étude générale spectroscopique des corps célestes qui m'a occupé ces derniers temps, au point de vue de l'hypothèse météoritique, j'avais à considérer les spectres des planètes extérieures, qui diffèrent, comme on le sait, de ceux des planètes intérieures.

» Le travail de laboratoire a montré que les bandes, noires en apparence, dont les Cartes ont été dressées par M. Vogel et par M. Huggins, ne sont pas dues, selon toute probabilité, à l'absorption de substances connues ; il fallait donc chercher une autre explication de ce spectre.

» Le comparant à celui de la première du Cygne et à ceux de quelques

autres membres du groupe I, je fus conduit à penser que ce spectre est vraiment un spectre de radiation, les bandes, noires en apparence, indiquant simplement un manque de radiation dans les régions où elles se trouvent. A cause d'un temps défavorable on n'a pu, sur-le-champ, vérifier cette hypothèse; même, jusqu'ici, peu d'observations ont été faites : les résultats ne doivent donc pas être considérés comme définitifs; néanmoins, ils sont assez concluants pour que nous les publiions immédiatement. D'autres observateurs placés dans des conditions d'observation meilleures qu'à Londres pourront tirer parti de l'opposition actuelle pour approfondir la question.

» Le 29 avril, observant avec soin, à South Kensington, le spectre d'Uranus avec l'équatorial de 10 pouces et un nouveau spectroscope à vision directe, je reconnus dans ce spectre des indices incontestables de cannelures brillantes. Ces cannelures furent comparées et mesurées les 28, 29, 30 avril et 1er mai par M. Fowler, qui constata que la Carte de M. Vogel est en général exacte en ce qui concerne les positions.

» Les cannelures brillantes qui ont été mesurées coïncidaient en général avec les bords des bandes les moins noires de la Carte de M. Vogel. Les cannelures les plus brillantes se trouvaient vers 519, 483, 451, 440 et 431 de longueurs d'onde, et l'on constatait vers 558-564 un éclat mal défini. La première de ces cannelures est un peu moins réfrangible que la plus brillante de celles que l'on voit dans le spectre de la flamme d'alcool ou du brûleur de Bunsen; la cannelure à 431 coïncide, autant que la dispersion employée permettait de le constater, avec celle des cannelures du carbure d'hydrogène qui se trouve dans le violet. Les autres cannelures 483, 451 et 440 paraissent coïncider avec les cannelures du carbone froid, bien que, jusqu'ici, on n'ait pu comparer celles-ci directement au spectre de la planète. L'éclat 558-564 fut déterminé en le comparant à la cannelure la plus brillante du spectre du chlorure de manganèse brûlant dans la flamme d'alcool. La plus forte des bandes apparentes d'absorption s'étendait de la ligne 540 du spectre du chlorure de manganèse à la première des cannelures du plomb à 546, que l'on voit lorsqu'on volatilise le chlorure de plomb dans la flamme d'alcool.

» Les cannelures brillantes se voyaient mieux sans lentille cylindrique; elles étaient néanmoins visibles lorsqu'on faisait usage d'une telle lentille; elles l'étaient encore dans un oculaire spectroscopique de Maclean.

» Le 16 mai, M. Fowler se rendit à l'observatoire de M. Common, qui avait eu l'obligeance de mettre à ma disposition pour cette observation son

beau réflecteur de 5 pieds. Les observations faites à Kensington y furent entièrement confirmées par MM. Taylor et Fowler. Chacun de ces deux observateurs fit d'une façon indépendante des dessins de la courbe lumineuse du spectre d'Uranus. En ce qui concerne les cannelures les plus brillantes, ces dessins s'accordent parfaitement. Remarquons ici qu'on n'aperçut de trace d'aucune des raies solaires, bien que la fente fût assez large pour dédoubler presque la raie D et que le spectre fût très brillant.

» Les observations faites jusqu'ici semblent indiquer d'une façon certaine dans le spectre d'Uranus la présence de cannelures brillantes, dont quelques-unes sont certainement dues au carbone.

» Considérée à ce nouveau point de vue, la principale des bandes apparentes d'absorption n'est autre que l'espace relativement obscur entre la ligne du manganèse à 540 et le bord de la cannelure brillante du plomb à 546. Les autres bandes obscures ne sont probablement aussi que des effets de contraste.

» Si des observations ultérieures, faites avec des instruments de grande ouverture, confirment la conclusion précédente, savoir que le spectre d'Uranus consiste en des cannelures brillantes du carbone, il faudra remettre entièrement en discussion les idées qui prédominent actuellement sur la constitution de cette planète. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les courants superficiels de l'Atlantique Nord*; par le prince **Albert de Monaco**.

« Dans plusieurs Notes [1], j'ai fait connaître à l'Académie une série d'expériences entreprises sur ma goélette *l'Hirondelle* pour déterminer la direction des courants superficiels de l'Atlantique Nord, au moyen du flottage : je faisais deux de ces expériences en collaboration avec M. le professeur Georges Pouchet et une troisième pour mon propre compte. J'ai publié déjà [2] les résultats partiels acquis jusqu'au 6 mai 1887.

» Depuis lors, beaucoup d'autres flotteurs nous sont encore parvenus, et

---

[1] *Comptes rendus*, 16 novembre 1885; 20 décembre 1886; 10 janvier 1887; 24 octobre 1887.

[2] *Société de Géographie de Paris*, séance du 6 mai 1887.

je crois devoir anticiper sur l'examen approfondi des documents que nous possédons sur leurs trajets pour faire profiter dès maintenant la Science et la Navigation de ce qu'ils démontrent avec évidence.

» 1675 flotteurs avaient été lancés suivant quatre lignes partant de quatre points différents; 146 sont revenus entre nos mains, dont 139 utilisables pour l'étude parce qu'ils sont accompagnés de documents authentiques sur leur histoire, et 7 inutiles parce que les pièces justificatives manquent. Pour faire ressortir les résultats que fournissent, à mes yeux, tous ces flotteurs, j'ai tracé leurs marches supposées, en me guidant d'après la marche évidente de groupes entiers partis d'une même région et qui ont visité différentes côtes dans un ordre chronologique très bien déterminé, ce que prouve un certain nombre de leurs unités recueillies de distance en distance et qui servent comme autant de repères.

» Ainsi les flotteurs de 1886, lancés le long du 20e degré de longitude ouest depuis 42°31′54″ jusqu'à 49°58′52″ de latitude nord, fournissent trois groupes qui deviennent la clef de toute la série de ces expériences. Le groupe méridional jusqu'à la latitude de 44°57′22″ a d'abord fait route vers l'est; rencontrant la côte ibérique, il y a semé quelques-unes de ses unités et s'est dirigé vers le sud, ce que montre la comparaison des lieux et des dates; puis il a passé devant le détroit de Gibraltar en s'infléchissant un peu vers lui : on le voit par un flotteur venu dans la Méditerranée et trois autres échoués sur la côte du Maroc entre 33°32′ et 33°26′ de latitude nord. Puis, d'autres unités de ce groupe se sont échelonnées plus bas, le long de cette même côte, jusqu'à 27°58′ de latitude. Plus tard, on en a vu aux îles Canaries et enfin, plus tard encore, aux Antilles avec un embranchement dans la mer des Caraïbes. Le groupe central, faisant suite au précédent jusqu'à 48°3′4″ de latitude, a suivi de même la route de l'est pour atteindre directement la côte des Landes; puis, dirigé vers l'ouest le long de la côte septentrionale d'Espagne, il s'est raccordé bientôt avec les unités qui appartenaient au sommet du premier groupe, vers le cap Finisterre d'Espagne. Un troisième groupe, terminant au nord, par 49°58′ de latitude nord, le lancement de 1886, a marché parallèlement aux deux autres, mais il est arrivé beaucoup plus tard qu'eux sur la côte de l'Espagne, car il avait visité d'abord la Bretagne et les Landes. L'expérience de 1886 me permet donc d'affirmer que le courant de Rennel n'existe pas, au moins pendant la plus grande partie de l'année.

» La ligne des flotteurs lancés en 1885 dans le nord-ouest des Açores, depuis la latitude de 40°20′54″ jusqu'à celle de 43°55′58″, fournit par les

unités qu'elle a répandues aux Açores, dans le sud du Portugal, à Madère, aux Canaries et en Amérique, des indications confirmant tout à fait la marche circulaire des eaux, dessinée par les flotteurs de 1886.

» La troisième expérience, réalisée en 1887 suivant une ligne qui débute au voisinage des Açores et finit tout contre le banc de Terre-Neuve, couvre à elle seule, avec ses 931 flotteurs, tout l'espace occupé par les deux premières. Un groupe méridional visite les Açores, Madère et les Canaries comme les flotteurs de 1885; tous les autres se portent d'abord vers les côtes de la France et de l'Angleterre. Au large de la Manche, il semble se produire quelque dérangement dans l'ordre de leurs unités, et trois faisceaux de flotteurs mélangés partent de cette région, l'un pour obliquer vers la Bretagne et le sud comme les flotteurs de 1886, le deuxième pour gagner le canal Saint-Georges, et le troisième pour remonter vers l'Irlande, les Hébrides, les Orcades et la Norvège jusqu'à Tromsö. Ces trois faisceaux comprennent des flotteurs venant de presque tous les points de la ligne initiale de leur lancement.

» Une quatrième ligne de flotteurs, lancés un mois plus tard depuis 49°34′24″ de latitude nord et 31°40′49″ de longitude ouest jusqu'à 48°55′1″ de latitude et 28°42′57″ de longitude, s'est partagée entre les deux premiers des faisceaux dont je viens de parler.

» En résumé, ces diverses expériences démontrent le mouvement circulaire des eaux superficielles de l'Atlantique Nord autour d'un point situé quelque part dans le sud-ouest des Açores. Le bord externe de cette nappe, à partir de la région où elle cesse de s'appeler *Gulf-Stream*, longe le sud du grand banc de Terre-Neuve, empiétant quelquefois sur lui, remonte vers l'est-nord-est sans dépasser beaucoup le 51e degré de latitude nord (au moins pendant la plus grande partie de l'année) jusque dans le voisinage de la Manche, devant laquelle il passe en s'infléchissant vers le sud, mais non sans avoir dirigé une branche vers le nord-est. Puis il longe les côtes de l'Europe occidentale et de l'Afrique jusqu'à la hauteur des Canaries, après avoir cédé à une impulsion ou à une attraction vers le détroit de Gibraltar. Ensuite, ce bord externe quitte la côte d'Afrique, marche vers le sud-ouest, rejoint le courant équatorial avec le bord septentrional duquel il se confond, pour longer les petites Antilles en remontant vers le nord-ouest et fermer le circuit par son raccordement avec le Gulf-Stream. Le bord interne paraît exécuter une révolution d'un très court rayon autour du centre comme l'indiquent deux unités provenant

de la base méridionale de la ligne des flotteurs de 1887, recueillies en pleine mer à 160 milles dans le sud des Açores occidentales.

» Quant à ceux des flotteurs de 1887 qui se sont écartés de la marche générale si clairement indiquée, le fait pourrait s'expliquer par certaines différences de poids et d'installation qui existaient dans le lestage des flotteurs de cette expérience, combinées avec l'action de fortes tempêtes. Ainsi, quelques unités appartenant au groupe méridional du flottage de 1887 ont été en Irlande et en Norvège, tandis que quelques autres venant d'un groupe septentrional sont allées dans le golfe de Gascogne. Les premières avaient pu dévier vers le nord-est sous l'influence des coups de vent de la partie du sud et de l'ouest qui dominent dans la région qu'elles ont parcourue durant la période principale de leur flottage, tandis que les secondes avaient subi l'influence des tempêtes du nord-ouest et de l'ouest, si fréquentes dans les parages où elles ont été lancées. Les unes et les autres auraient ainsi convergé vers cet espace tourmenté que je place au large de la Manche et d'où leur répartition se serait faite irrégulièrement, quant à l'ordre de leurs numéros, entre le nord et le sud. »

ACOUSTIQUE. — *Sur le graphophone de M.* Charles Sumner Tainter. Note lue par M. **Georges R. Ostheimer** [1].

« Nous n'avons pas la prétention de présenter à l'Académie la seule machine qui enregistre et reproduise les sons, ni de soutenir que l'idée sur laquelle repose cet appareil appartienne à M. Tainter. Nous voulons simplement montrer, dans l'intérêt de la Science, les progrès qui ont été faits dans l'art d'enregistrer et de reproduire les sons.

» Chacun connaît les travaux de Scott, de Cros, et le premier phonographe d'Edison qui enregistrait les sons au moyen d'un stylet courant sur une feuille métallique, ce que nous appelons en anglais *indentation*.

» Dans le premier phonographe d'Edison, l'inscription se faisait par l'empreinte d'un stylet; à ce propos, et pour montrer que le professeur Tainter a commencé son travail au moment où le phonographe était délaissé, nous citerons un article publié par M. Edison dans le journal le

(1) Traduction d'une Notice de M. Percival L. Waters.

New-York World du 6 novembre 1887 et reproduit par le journal l'*Electrical World* du 12 novembre 1887 :

» L'appareil, dit-il, pèse environ 100 livres, il coûte fort cher, et, à moins d'avoir une compétence toute spéciale, personne ne peut en tirer le moindre parti. Le tracé de la pointe d'acier sur la feuille de plomb ne peut servir qu'un petit nombre de fois. Moi-même (c'est M. Edison qui parle) je doute que je puisse jamais voir parfait un phonographe capable d'emmagasiner la voix ordinaire et de la reproduire d'une manière claire et intelligible. Mais je suis certain que, si nous n'y parvenons pas, la génération suivante le fera. J'ai donc laissé le phonographe pour m'occuper de la lumière électrique, sûr que j'avais semé une graine qui devait produire un jour.

» C'est à ce point que le professeur Tainter et son collaborateur le Dr Chichester Bell ont repris le travail. Tant que leurs essais se bornèrent au procédé de l'*indentation*, ils n'obtinrent que peu de résultats. Le Dr Bell abandonna bientôt ses recherches; mais le professeur Tainter continua fidèlement, et, comme résultat de son infatigable labeur, il trouva que le seul procédé pratique pour emmagasiner les sons était la gravure sur de la cire, ou sur un cylindre de carton recouvert de cire.

» Grâce à ce procédé, il est parvenu à construire un graphophone parfait et qui donne des résultats satisfaisants sous tous les rapports.

» M. Edison a confirmé la justesse des découvertes du professeur Tainter en les adoptant pour ce qu'il appelle son *phonographe perfectionné*.

» Le graphophone qui est sous les yeux de l'Académie se compose de quatre parties distinctes :

» Le système mécanique d'entraînement du cylindre;
» Le système enregistreur;
» Le système répétiteur.
» Le système moteur et régulateur de vitesse.

» Le but du professeur Tainter ayant été surtout de produire un appareil aussi simple et aussi peu coûteux que possible, il a employé dans la construction de son graphophone un mécanisme des moins compliqués, qui est mis en action sans le secours de moteur électrique, ou autre, se contentant de la pédale, qui permet, après quelques minutes d'essai, à la personne la plus inexpérimentée de se servir très facilement du *graphophone*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jules Rouvier**, de Beyrouth, soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. *Larrey*, deux Notes ayant pour titres : « Méthode de

traitement de l'impaludisme » et « Valeur de l'invariabilité du pouls dans différentes attitudes comme nouveau signe de grossesse ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la troisième édition du « Traité de Mécanique » de M. *Édouard Collignon*.

M. **W.-C. Evans** fait savoir qu'il est l'auteur du Mémoire portant l'épigraphe *Lagrange, Laplace, Cauchy*, présenté au concours du prix Damoiseau et auquel l'Académie a accordé un encouragement dans la séance publique annuelle du 24 décembre 1888.

Le pli cacheté accompagnant le Mémoire est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il renferme le nom de M. *William Charles Evans*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète, découverte le 29 mai 1889, à l'observatoire de Nice.* Note de M. **Charlois**, présentée par M. H. Faye.

Dates. 1889.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 29......	10. 5.51	14.21.11.81	$\bar{2}$,466	104.22.32,1	0,878$_n$
30......	9. 9.10	14.20.45,75	$\bar{2}$,860$_n$	104.14.17,6	0,877$_n$
31......	9.14. 6	14.20.19,45	$\bar{2}$,735$_n$	104. 5.52,0	0,876$_n$

» La planète est de douzième grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Sur la stabilité du système solaire* [1]. Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Mouchez.

« Les discordances qui existent entre les positions des planètes déduites des Tables et les observations modernes les plus précises nous ont engagé

---

[1] Extrait d'un Mémoire qui va paraître dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (*Mémoires*), t. XIX.

à étudier la nature des inégalités, négligées dans les théories planétaires usuelles, et à chercher les formes analytiques générales des plus importantes d'entre elles, en vue de préciser leur grandeur et leur sensibilité dans les calculs des perturbations.

» L'invariabilité des grands axes étant la base des théories planétaires, nous nous sommes proposé d'abord de chercher, par une analyse rigoureuse, si parmi les inégalités qui affectent les grands axes il s'en trouve certaines qui soient séculaires sensibles, et, dans ce dernier cas, quelles sont leur expression générale analytique et leur influence dans le mouvement troublé.

» En outre, l'existence de ces inégalités, même si elles sont excessivement petites, et conséquemment insensibles pour le moment dans les théories planétaires, donne lieu à une autre question du plus haut intérêt. Les inégalités de cette espèce croissant avec le temps, quels sont les changements que la suite des siècles pourrait amener dans les orbites planétaires? Les valeurs que les variations des grands axes atteindront ainsi avec le temps peuvent-elles déformer les positions et la nature des orbites au point d'amener la destruction du système planétaire?

» En étudiant les inégalités du troisième ordre par rapport aux masses, nous avons trouvé des termes séculaires, dont nous allons donner l'expression analytique.

» Nous devons ajouter ici que M. Haretu, dans une thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris, a trouvé un terme du troisième ordre proportionnel au temps, mais il n'a pas cherché à trouver son expression analytique.

» Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* [1] (*Sur un point de la théorie de la Lune*), M. Tisserand a été conduit par induction à admettre que le théorème de l'invariabilité des grands axes ne serait vrai probablement que quand on tient compte des deux premières puissances des masses.

» Parmi tous les termes qui constituent l'expression de $\delta_3 a$, le seul qui donne des inégalités séculaires est le suivant :

$$\frac{1}{n^2 a^3}\left(\int \frac{\partial R''}{\partial \varepsilon}\, dt\right)^2, \tag{1}$$

où $\frac{\partial R''}{\partial \varepsilon}$ représente l'ensemble des termes du premier et du second ordre.

---

(1) T. CVI, p. 792.

» Pour montrer l'existence des inégalités séculaires et, en même temps, trouver leur expression analytique, nous allons prendre le développement de la fonction perturbatrice

$$(2)\qquad R = f(m'\Sigma N' e^h e'^{h'} \eta'^{f'} \cos D' + m''\Sigma N'' e^h e''^{h''} \eta''^{f''} \cos D'' + \ldots).$$

» Pour trouver l'expression du terme (1), nous allons mettre dans le second membre de l'équation

$$(3)\qquad \frac{\partial R}{\partial \varepsilon} = -f(m'\Sigma N' i' e^h e'^{h'} \eta'^f \sin D' + \ldots),$$

au lieu des éléments de la planète troublée et des planètes troublantes, leurs valeurs osculatrices à une certaine époque, augmentées de leurs inégalités du premier ordre par rapport aux masses; et du résultat nous ne retiendrons que les termes des deux premiers ordres.

» En procédant ainsi, on trouve

$$(4)\left\{\begin{aligned} \int \frac{\partial R''}{\partial \varepsilon} dt = \Sigma f m' \Big\{ & \frac{N' e^h e'^h \eta'^{f'}}{in + i'n'} \cos D' \\ & + N' i e^h e'^h \eta'^{f'} \left(\frac{h}{e} b + \frac{h'}{e'} b' + \frac{f'}{\eta'} \xi\right) \left[\frac{t}{in + i'n'} \cos D' - \frac{\sin D'}{(in + i'n')^2}\right] \\ & - N' i e^h e'^h \eta'^f \left(\frac{k}{e} c + \frac{k'}{e'} c' + \frac{u}{\eta'} \chi + i\gamma\right) \left[\frac{t \sin P'}{in + i'n'} + \frac{\cos D'}{(in + i'n')^2}\right] \\ & + e^h e'^{h'} \eta'^{f'} i \left[N'\left(B\frac{h}{e} + B'\frac{h'}{e'} + E'\frac{f'}{\eta'}\right) + \left(A'\frac{\partial N'}{\partial a} + A'_1 \frac{\partial N'}{\partial a'}\right)\right] \frac{\cos(D' + D'')}{in + i'n' + \ldots} \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \Big\}. \end{aligned}\right.$$

» Cela posé, on obtiendra la forme analytique du terme (1) en élevant au carré l'expression précédente de $\int \frac{\partial R''}{\partial e} dt$. On trouve ainsi des termes du deuxième, du troisième et du quatrième ordre, parmi lesquels on ne retiendra que ceux du troisième seulement.

» En examinant ces termes, on voit que chaque partie de la fonction perturbatrice, relative à une planète troublante, donne des inégalités séculaires, provenant de la multiplication de termes de mêmes arguments.

» L'expression générale de ces inégalités, déduite de l'expression (4), est

$$(5)\qquad \frac{1}{n^2 a^3} \Sigma f^2 m_j^2 \left(\frac{N' i e^h e'^{h'} n'^{f'}}{in + i'n'}\right)^2 \left(\frac{h}{e} b + \frac{h'}{e'} b' + \frac{f'}{h'} \xi\right) t,$$

où m_j est la masse d'une planète troublante quelconque et Σ s'étend à tous les termes de la fonction perturbatrice.

» L'existence des inégalités séculaires des grands axes étant maintenant démontrée, il y a lieu de se demander si les variations qui en proviennent pour les distances moyennes des diverses planètes iront toujours dans le même sens, en s'accumulant avec le temps. La forme sous laquelle nous avons mis l'expression analytique des inégalités séculaires des grands axes va nous donner d'une manière excessivement simple la solution de cette question. En effet, d'après la formule (5), on voit que chaque terme séculaire contient comme coefficient une des trois quantités bt, $b't$, ξt, qui sont les termes séculaires des excentricités et des inclinaisons mutuelles des diverses planètes. Or, ces inégalités étant périodiques, les inégalités données par la formule (5) seront aussi périodiques.

» Pour évaluer la grandeur des inégalités séculaires qui affectent les grands axes, et voir si elles pourront, après un nombre plus ou moins grand de siècles, modifier considérablement l'aspect général du système planétaire, nous les avons calculées pour les grands axes de la Terre et de Saturne.

» Voici les résultats de notre calcul :

$$\delta_3 a = -0,0000000000000000002065\,a, \quad \text{pour la Terre,}$$

$$\left.\begin{array}{l} \delta_3 a' = -0,00000000000019259\,a, \\ \qquad \text{ou bien} \\ \delta_3 a' = -3^{\text{m}} \text{ à très peu près,} \end{array}\right\} \text{pour Saturne.}$$

» De ce qui précède, il suit que :

» 1° Les grands axes des orbites planétaires sont sujets à des inégalités séculaires du troisième ordre, excessivement petites;

» 2° Ces inégalités sont aussi périodiques et de périodes fort longues, de sorte que, en raison de leur petitesse, on peut les supposer proportionnelles au temps pendant plusieurs siècles;

» 3° Par suite de ces perturbations, la Terre et Saturne s'approchent actuellement du Soleil. »

PHYSIQUE. — *Appareil pour la détermination du point de fusion dans les conditions ordinaires et sous des pressions variables.* Note de M. **B.-C. Damien**, présentée par M. Mascart.

« On sait combien il est difficile de déterminer exactement le point de fusion d'un corps, surtout quand il s'agit des corps gras; l'appareil sui-

vant, dont le principe rappelle celui des hygromètres à condensation, rend cette détermination facile, rapide, et ne laisse rien à désirer sous le rapport de la précision.

» I. Une boîte de 6^{cm} de longueur, 4^{cm} de largeur et $3^{cm},5$ de hauteur, est divisée en deux compartiments distincts et fermée par un couvercle en laiton doré. Au-dessous de ce couvercle et touchant sa paroi sont deux thermomètres indiquant la température des deux compartiments. Le corps gras, étalé en couche mince, recouvre le couvercle; par un simple jeu de robinets, on fait passer dans toute la boîte un courant d'eau chaude à une température un peu supérieure à la température de fusion approximativement connue. Le corps étant bien fondu, on lance dans un des deux compartiments de l'eau froide au moyen d'un tube qui traverse l'appareil de part en part. A un moment donné, le corps gras se solidifie d'un côté et reste liquide de l'autre; l'observation est facile, grâce à la différence de transparence du corps fondu ou solide. La moyenne des indications des deux thermomètres est la température de fusion cherchée. La manœuvre est extrêmement simple, et les avantages de cet appareil sont les suivants :

» 1° On n'a pas à craindre le phénomène de la surfusion, puisque le corps liquide est en contact avec une partie solidifiée;

» 2° Par le jeu des robinets, on peut recommencer l'expérience autant de fois que l'on veut; il suffit de moins d'un quart d'heure pour faire plus de dix déterminations;

» 3° La précision est très grande; car, avec un peu de précaution, la différence entre les indications des deux thermomètres ne dépasse pas $\frac{1}{2}$ degré et, dans plusieurs séries d'expériences, l'erreur probable sur une observation isolée était inférieure à $\frac{1}{10}$ de degré.

» Cet appareil m'a servi à déterminer les points de fusion de divers mélanges de blanc de baleine et d'éther, de gomme laque et d'alcool, etc., et en général de la dissolution de divers solides formant avec le dissolvant une masse compacte par refroidissement. Il me sert aussi, en ce moment, à étudier l'influence du milieu ambiant sur le point de fusion.

» II. En remplaçant les deux compartiments de l'appareil précédent par deux cylindres concentriques, il est facile d'opérer à des pressions variables.

» La partie supérieure des deux cylindres concentriques s'engage dans une chambre à parois très résistantes, présentant deux fenêtres munies de lames de verre épaisses qui laissent voir le couvercle doré des deux cylindres. Cette chambre communique, d'une part, avec une pompe de com-

pression et, d'autre part, avec un manomètre. La température des deux cylindres est donnée soit par des thermomètres d'une forme particulière très sensibles, soit par des pinces thermo-électriques.

» Dans mes premières expériences, la pression, mesurée d'une manière imparfaite par un manomètre métallique, n'a pas dépassé 30^{atm}. Dans ces conditions même, l'influence de la pression sur le point de fusion de la paraffine, du blanc de baleine et de la cire a été très marquée et très appréciable.

» En faisant passer dans tout l'appareil un courant d'eau alcoolisée, refroidie au-dessous de 0° au moyen du frigorifère de M. Vincent, j'ai pu faire des expériences analogues sur le point de fusion de la glace et constater aussi très nettement l'abaissement de ce point de fusion sous l'influence de la pression.

» Ici encore, on peut multiplier les expériences par une manœuvre très simple et la pression est mesurée directement par un manomètre, contrairement à ce que l'on a fait jusqu'ici dans des recherches analogues.

» Le Tableau suivant résume quelques-uns des résultats de ces premières expériences. Chaque température est la moyenne de dix déterminations. Δt représente la variation du point de fusion pour une augmentation de 1^{atm} dans la pression.

Pression en atmosphères.	Paraffine.	Blanc de baleine.	Cire.
1	54°,71	48°,10	63°,49
12	55,02	48,33	63,71
29	55,50	48,68	64,06

$\Delta t = 0°,02821, \quad 0°,02071, \quad 0°,02035.$

» J'aurai bientôt à ma disposition un manomètre étalonné de M. Cailletet, qui me permettra d'étendre ces recherches. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'étude de la conductibilité électrique des dissolutions salines, appliquée aux problèmes de Mécanique chimique. — Doubles décompositions.* Note de M. **P. Chroustchoff.**

« Dans le Tableau qui suit, je donne le résumé des mesures de la conductibilité électrique des mélanges de sels neutres (un équivalent $= 1^{lit}$) capables de subir une réaction de double échange.

Nom du sel.	Température.	Observation.	Moyenne.
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}ZnCl^2)$	22°,4	0,6079	0,6386
{ $\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}ZnSO^4)$	20,0	0,6046	0,6314
{ $\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}CuSO^4)$	26,0	0,6043	0,6305
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CuCl^2 + \frac{1}{2}K^2SO^4)$	20,7	0,6050	0,6461
{ $\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}[CH^3COO]^2Zn)$	20,0	0,5347	0,5757
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnCl^2 + CH^3COOK)$	20,1	0,5393	0,6063
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CuCl^2 + \frac{1}{2}ZnSO^4)$	19,5	0,4220	0,4213
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CuSO^4 + \frac{1}{2}ZnCl^2)$	19,2	0,4172	0,4127
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgCl^2 + \frac{1}{2}CuSO^4)$	20,2	0,4330	0,4430
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgSO^4 + \frac{1}{2}CuCl^2)$	»	»	0,4360
{ $\frac{1}{2}(NaBr + KI)$	18,0	0,9010	0,9081
{ $\frac{1}{2}(NaI + KBr)$	»	»	0,9350
{ $\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}SrN^2O^6)$	18,4	0,7518	0,7657
{ $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}SrCl^2 + KNO^3)$	18,5	0,7532	0,7588

» On peut en déduire les conclusions suivantes :

» 1° En partant d'un système quelconque de deux sels, on obtient la même conductibilité qu'en partant du système inverse ; cette coïncidence garantit l'exactitude des mesures et de la préparation des liqueurs ; 2° la conductibilité du mélange ne coïncide pas avec la conductibilité moyenne de l'un ou de l'autre des systèmes de deux sels ; mais elle n'est pas intermédiaire non plus entre les deux conductibilités moyennes, se tenant en général au-dessous d'elles. Ce phénomène indique un amoindrissement du nombre de molécules conductives dans les dissolutions de sels neutres mélangés, autrement dit une formation vraisemblable de sels doubles. En tout cas, il en ressort une complication du schéma ordinaire du double échange, évidemment liée à des réactions secondaires. La réaction typique ne semble se rencontrer que dans des conditions exceptionnelles ; M. Bouty l'a observée pour le système $ZnSO^4 + K^2N^2O^6$ (un équivalent $= 2^{lit}$), et certaines de mes observations sembleraient s'en rapprocher. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des dissolutions salines contenant des mélanges de sels neutres.* Note de MM. **P. Chroustchoff** et **V. Pachkoff.**

« L'un de nous a publié, dans une Note de ce Recueil, les résultats d'une recherche sur les conductibilités électriques de dissolutions, ne contenant qu'un seul sel ; ces mesures nous ont servi de terme de comparaison pour une étude analogue, faite avec des dissolutions contenant *deux* sels neutres ;

ces sels étaient toujours choisis de manière à ne pouvoir donner lieu à une réaction de double échange.

» Les mêmes dissolutions salines à un sel (un équivalent = 1^{lit} de dissolution aqueuse), dont les conductibilités avaient été déterminées préalablement, ont été mélangées à volumes égaux; nous avons pris d'ordinaire au moins 150^{cc} de chaque dissolution initiale, que nous mesurions exactement dans une même fiole jaugée.

» La dissolution résultante du mélange contenait évidemment deux équivalents dans 2^{lit} de dissolution.

» La méthode employée dans cette recherche ne diffère d'ailleurs en rien de celle qui avait servi à déterminer les conductibilités des liqueurs initiales; nous n'y reviendrons donc pas. Voici le résumé de nos résultats que nous avons réunis dans un Tableau :

Nom du sel.	Température.	Observations.	Moy.
$\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}ZnCl^2)$	19°,8	0,7632	0,7824
$\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}MgCl^2)$	21,9	0,8007	0,8127
$\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}BaCl^2)$	21,5	0,8388	0,8591
$\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}CuCl^2)$	21,7	0,7605	0,7899
$\frac{1}{2}(KCl + KI)$	19,6	1,0235	1,0262
$\frac{1}{2}(KCl + KBr)$	18,4	1,0138	1,0164
$\frac{1}{3}(2KCl + KBr)$	18,1	1,0097	1,0109
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnCl^2 + \frac{1}{2}BaCl^2)$	21,3	0,6395	0,6415
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnCl^2 + \frac{1}{2}CuCl^2)$	20,5	0,5752	0,5724
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgCl^2 + \frac{1}{2}CuCl^2)$	26,5	0,6048	0,6084
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgCl^2 + \frac{1}{2}ZnCl^2)$	21,8	0,5925	0,5952
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgCl^2 + \frac{1}{2}BaCl^2)$	21,8	0,6542	0,6718
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}BaCl^2 + \frac{1}{2}CuCl^2)$	21,9	0,6225	0,6489
$\frac{1}{2}(KI + NaI)$	18,9	0,9414	0,9448
$\frac{1}{2}(KCl + \frac{1}{2}K^2SO^4)$	21,9	0,8478	0,8562
$\frac{1}{2}(KNO^3 + \frac{1}{2}SrN^2O^6)$	25,6	0,6715	0,6881
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2CrO^4 + \frac{1}{2}K^2SO^4)$	21,6	0,7606	0,7568

Nom du sel.	Température.	Observations.	Moy.
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}MgSO^4)$	24°,2	0,4877	0,5065
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}CuSO^4)$	25,4	0,4584	0,4865
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}ZnSO^4)$	20,5	0,4594	0,4875
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}CdSO^4)$	20,3	0,4449	0,4763
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgSO^4 + \frac{1}{2}CuSO^4)$	25,8	0,2800	0,2791
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}MgSO^4 + \frac{1}{2}ZnSO^4)$	20,6	0,2797	0,2774
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CuSO^4 + \frac{1}{2}ZnSO^4)$	19,4	0,2621	0,2616
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnSO^4 + \frac{1}{2}CdSO^4)$	19,5	0,2513	0,2515
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CdSO^4 + \frac{1}{2}MgSO^4)$	19,5	0,2677	0,2662
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}CdSO^4 + \frac{1}{2}CuSO^4)$	19,6	0,2507	0,2504
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnSO^4 + \frac{1}{2}ZnAc^2)$	20,1	0,2086	0,2426
$\frac{1}{2}(KAc + NaAc)$	19,0	0,5345	0,5389
$\frac{1}{2}(NaAc + \frac{1}{2}ZnAc^2)$	19,4	0,2718	0,2907
$\frac{1}{2}(KAc + \frac{1}{2}ZnAc^2)$	19,8	0,3674	0,3995
$\frac{1}{2}(NaAc + \frac{1}{2}PbAc^2)$	20,0	0,2426	0,2491
$\frac{1}{2}(\frac{1}{2}ZnAc^2 + \frac{1}{2}PbAc^2)$	19,7	0,1169	0,1098

» On voit qu'il y a des cas où les conductibilités s'ajoutent exactement au moins dans les limites des erreurs d'observation; la conductibilité observée du mélange concorde avec la moyenne des conductibilités des dissolutions initiales.

» Dans d'autres cas, la conductibilité du mélange est sensiblement *au-dessous* de la moyenne; il en résulte qu'au degré de dilution adopté, il y a réaction entre les deux sels, formation d'une certaine quantité de sels

doubles (cas des sulfates), ou décomposition par dilution (cas de l'acétate de zinc).

» En ce qui concerne les sels doubles, ces résultats sont conformes à ceux, qu'avaient déjà trouvés avant nous M. Bouty et M. Klein (1886, *Annales de Wiedemann*), par la méthode des courants alternatifs. Mais sans vouloir faire le calcul de la quantité de sel double, formé dans chaque cas observé (calcul fondé sur certaines hypothèses, rigoureusement applicables à des dissolutions beaucoup plus étendues), nous voudrions appeler l'attention sur une relation assez générale, qui ressort de notre Tableau. On remarquera en effet que, pour les mélanges de sels cristallisant avec plusieurs équivalents d'eau, les conductibilités s'ajoutent sensiblement; on le voit pour les sulfates et les chlorures, à l'exception des mélanges faits avec du chlorure ou du sulfate de potassium. Par contre, on trouve une conductibilité bien au-dessous de la moyenne dans la plupart des cas, où l'un des sels mélangés cristallise à l'état anhydre; on le remarquera pour les mélanges au sulfate et au chlorure de potassium. On est porté à voir là un phénomène qui serait corrélatif de la capacité des sels à épuiser leurs énergies : le sel ne se combinant pas (ou peu) avec de l'eau de cristallisation dans les conditions données est néanmoins capable de s'unir à d'autres corps de même type (chlorure à chlorure ou sulfate à sulfate) pour former un sel double, mais partiellement en présence d'une grande quantité d'eau. Nous n'insistons toutefois pas sur cette relation, qui demande à être étudiée plus au long.

» Le but principal de cette recherche était d'apporter une preuve expérimentale à l'appui de la supposition, qu'une formation partielle des sels doubles au sein des dissolutions est un phénomène très répandu, partant qui peut venir compliquer la réaction du double échange des sels neutres, comme il a déjà été indiqué par l'un de nous. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques modes de production des chlorures ammoniés de mercure*. Note de M. **G. André**, présentée par M. Berthelot.

« L'étude de l'action du sel ammoniac, alors que celui-ci n'est pas en grand excès, sur l'oxyde jaune de mercure ([1]) m'a conduit à admettre dans

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1108. J'opère toujours en solutions étendues et titrées ($\frac{1}{8}$ molécule = 1^{lit}).

les corps qui prennent naissance la présence des trois chlorures : $AzHg^2Cl$, AzH^2HgCl, $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$. Mais, lorsque le chlorhydrate d'ammoniaque n'existe pas, comme dans quelques-unes des expériences qui vont suivre, ou lorsqu'il ne se forme pas dans le cours de la réaction, les précipités ne renferment que le chlorure de Weyl, $AzHg^2Cl$, et le chlorure de dimercuriammonium, et cela aussi bien à froid qu'à l'ébullition.

» I. *Action de l'ammoniaque sur un mélange de chlorure et d'oxyde de mercure.* — Mélangeons 200^{cc} de sublimé avec 150^{cc} de potasse, de façon à laisser du chlorure mercurique libre et versons sur ce mélange 100^{cc} d'ammoniaque. L'agitation fait disparaître peu à peu la teinte jaune foncé; après une heure et demie, le précipité est blanc, à peine jaunâtre : on le filtre, on le lave à l'eau froide et on le sèche à 110° (1). Les eaux de décantation et de lavage sont neutres, elles ne renferment pas d'azote. L'équation de la réaction peut donc être écrite

$$4HgCl^2 + 3K^2O + 2AzH^3$$
$$= AzHg^2Cl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl + 6KCl + 2H^2O.$$

» Or c'est bien le composé à molécules égales qui s'est formé, ainsi que le montre l'analyse. Ce composé a déjà été signalé dans ma dernière Note : il prend naissance quand on fait agir à l'ébullition le sel ammoniac sur l'oxyde jaune. Il est très stable; en effet, chauffé à 140° pendant deux heures dans un courant d'air sec, il n'est modifié en aucune façon. L'ébullition ne l'altère pas : une fois préparé, versons ce précipité encore humide dans l'eau bouillante et maintenons-le quelque temps à cette température, puis filtrons et séchons. La formule est encore la même que plus haut $AzHg^2Cl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ (2). Ce dernier corps ne pouvant contenir de chloramidure, celui préparé à froid n'en contient donc pas davantage, puisque nous trouvons leurs compositions identiques.

» II. *Action du chlorure mercurique sur un mélange de potasse et d'ammoniaque.* — Faisons d'abord en sorte qu'il se trouve un excès d'ammoniaque et de chlorure mercurique et, dans un mélange de 300^{cc} de potasse et de 600^{cc} d'ammoniaque, versons 600^{cc} de $HgCl^2$. Après agitation, le précipité, d'abord jaune foncé, a pâli, puis est devenu blanc; on l'a filtré et lavé

(1) Le même corps se produirait si l'on versait le chlorure mercurique sur un mélange de potasse et d'ammoniaque dans les mêmes proportions que plus haut.

(2) Calculé : $Hg = 87,24$; $Cl = 7,74$; $Az = 3,05$.
Trouvé : $Hg = 87,12$; $87,34$; $87,28$; $Cl = 7,67$, $7,70$; $Az = 3,25$.

après trois heures [1]. On trouve dans les eaux de lavage un tiers environ de l'azote sous forme de sel ammoniac, aussi le chloramidure reparaît et la formule qui rend le mieux compte de l'analyse est la suivante :

$$AzHg^2Cl + 2AzH^2.HgCl + AzH^2(Hg.O.Hg)Cl\ (^2).$$

» Si nous mettons seulement l'ammoniaque en excès, de façon qu'il n'y ait pas de sel ammoniac dans les eaux de lavage, alors la quantité de mercure que renferme le précipité devient plus élevée et le chloramidure disparaît. On obtient le même résultat, soit qu'on verse le sublimé dans le mélange de potasse et d'ammoniaque, soit qu'on verse la potasse dans le mélange de chlorure et d'ammoniaque. Dans ces deux cas, les nombres obtenus par l'analyse concordent très bien avec la formule

$$AzHg^2Cl + 2AzH^2(Hg.O.Hg)Cl\ (^3).$$

» III. Voyons maintenant l'action de la potasse sur le chloramidure de mercure à froid. Je verse 200^{cc} de sublimé dans 400^{cc} d'ammoniaque et, lorsque le précipité est rassemblé, je le lave rapidement par décantation avec une quantité d'eau ménagée, puis, pour quatre molécules de chloramidure, j'ajoute une molécule de potasse : il ne se produit pas de changement appréciable dans la coloration du précipité au moment où l'alcali y est versé. Après une heure et demie d'agitation, on filtre, on lave et l'on sèche le précipité à 110°. L'analyse montre que les eaux de lavage renferment un peu moins de la moitié de l'azote du chloramidure sous forme d'ammoniaque libre, comme s'il se passait la réaction

$$K^2O + 4AzH^2HgCl = 2AzHg^2Cl + 2KCl + 2AzH^3 + H^2O;$$

il existe également une certaine quantité d'azote à l'état de sel ammoniac; en effet, le chloramidure, en même temps que la potasse agissait sur lui en donnant le chlorure de Weyl, a été attaqué également par l'eau avec formation de $AzH^2(Hg.O.Hg)Cl$ et de AzH^4Cl. L'analyse du précipité

---

[1] La réaction est achevée après quelques minutes d'agitation, comme je l'ai constaté en filtrant le précipité aussitôt rassemblé.

[2] Calculé : Hg = 84,50; Cl = 10,00; Az = 3,94,
Trouvé : Hg = 84,66; Cl = 10,10; Az = 3,60.

[3] Calculé : Hg = 86,67; Cl = 7,69; Az = 3,03.
Trouvé : Hg = 86,50; Cl = 7,65-7,43; Az = 3,26.

fournit des nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux de la formule indiquée dans le paragraphe précédent :

$$AzHg^2Cl + 2AzH^2(Hg.O.Hg)Cl\ (^1).$$

» IV. Les corps dont j'ai fait l'étude dans cette Note et dans la précédente possèdent donc une composition complexe : je pense avoir donné des raisons suffisantes de l'existence du chlorure de Weyl dans ces corps. De plus, je crois devoir le répéter, dans toutes les réactions que j'ai exposées, il existe, à un moment donné, du chlorure mercurique et de l'ammoniaque en présence ; par conséquent, il doit se former du chloramidure plus ou moins décomposé ensuite par l'eau. Ce chloramidure persiste dans le précipité s'il se forme dans la liqueur du sel ammoniac par suite de la réaction, sinon ce précipité ne renferme que le chlorure de Weyl et le chlorure de dimercuriammonium [2]. Le sel ammoniac en grand excès et par un contact prolongé décompose le chlorure de Weyl lui-même en donnant uniquement du chloramidure, ainsi que je l'ai montré précédemment.

» Cette nouvelle action du sel ammoniac est à rapprocher de celle que j'ai étudiée antérieurement et qui consistait dans la décomposition du chlorure de dimercuriammonium avec formation de chloramidure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'acide métatungstique avec les bases alcalines et alcalinoterreuses, et sur les phénomènes thermiques qui en résultent.* Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« L'acide métatungstique en dissolution dans l'eau se combine avec les bases pour donner des sels qui ont été étudiés par Marignac et Scheibler. Les métatungstates qui résultent de la combinaison d'un équivalent d'acide métatungstique avec un équivalent de base ont pour formule générale

$$MO, 4TuO^3 + Aq.$$

---

(1) Trouvé : $Hg = 86,76\text{-}86,62$; $Cl = 8,01$; $Az = 3,11$.

(2) On écrit parfois le chlorure de dimercuriammonium : $AzHg^2Cl.H^2O$, ce qui en ferait un hydrate du chlorure de Weyl. Mais l'eau ne préexiste pas dans ce composé ; on ne peut le déshydrater sans le détruire entièrement.

» Je me suis proposé d'étudier :

» 1° Les quantités de chaleur dégagées dans la formation des métatungstates alcalins et alcalinoterreux;

» 2° L'action d'un excès de base sur l'acide métatungstique ou la transformation des métatungstates en tungstates neutres.

» I. Les quantités de chaleur dégagées dans la formation des métatungstates alcalins et alcalinoterreux sont résumées dans le Tableau suivant :

» 1° *Potasse* (KO, HO, un équivalent $= 4^{lit}$; HO, $4TuO^3$, un équivalent $= 12^{lit}$ à 14°)

$14^{Cal},06$, $14^{Cal},05$, $14^{Cal},05$. Moyenne..... $14^{Cal},05$

» 2° *Soude* (NaO, HO, un équivalent $= 4^{lit}$; HO, $4TuO^3$, un équivalent $= 12^{lit}$ à 14°)

$14^{Cal},23$, $14^{Cal},25$, $14^{Cal},24$. Moyenne..... $14^{Cal},24$

» 3° *Strontiane* (SrO, HO, un équivalent $= 12^{lit}$; HO, $4TuO^3$, un équivalent $= 12^{lit}$ à 14°)

$14^{Cal},76$, $14^{Cal},76$. Moyenne..... $14^{Cal},76$

» 4° *Baryte* (BaO, HO, un équivalent $= 12^{lit}$; HO, $4TuO^3$, un équivalent $= 12^{lit}$ à 13°)

$15^{Cal},4$, $15^{Cal},3$, $15^{Cal},4$. Moyenne..... $15^{Cal},4$

» Je n'ai pas opéré sur la dissolution de chaux, à cause de la trop grande dilution des liqueurs.

» Rapprochons ces résultats de ceux qui ont été obtenus pour les sulfates et les azotates correspondant aux métatungstates étudiés, nous obtenons le Tableau suivant :

	Potasse.	Soude.	Strontiane.	Baryte.
Sulfates........	15,7	15,85	15,4	18,4 (précipité)
Métatungstates .	14,05	14,24	14,76	15,4
Azotates.......	13,8	13,7	13,9	13,9

» Ce Tableau nous montre que l'on peut considérer l'acide métatungstique comme un acide fort, c'est-à-dire dégageant dans ses combinaisons avec les bases des quantités de chaleur comparables avec celles que donnent les acides sulfurique et nitrique.

» II. Quand à un équivalent d'acide métatungstique on ajoute plus d'un équivalent de base, le métatungstate d'abord formé se transforme peu à peu en tungstate neutre et la transformation est complète quand on a mélangé à un équivalent d'acide quatre équivalents de base. En opérant ces transformations dans le calorimètre, j'ai pu les suivre pour la soude et la baryte.

» 1. *Soude.* — On mélange dans le calorimètre un équivalent d'acide métatungstique et quatre équivalents de soude; le thermomètre plongé dans le liquide atteint un maximum en deux minutes; il baisse ensuite lentement, pour atteindre son état d'équilibre après une demi-heure.

» La quantité totale de chaleur dégagée dans cette réaction est de $17^{Cal},6$; elle se compose :

» 1° De la chaleur dégagée par la formation du métatungstate;

» 2° De la transformation du métatungstate en tungstate neutre.

» Le résultat de la réaction est bien du tungstate neutre; car, si l'on ajoute plus de quatre équivalents de base, l'effet thermique reste toujours le même, égal à $17^{Cal},6$. Cette réaction peut donc se représenter par la formule suivante :

$$NaO, 4TuO^3 \text{ diss.} + 3(NaO, HO) \text{ diss.} = 4(NaO, TuO^3) \text{ diss.} : + 3^{Cal},36.$$

» 2. *Baryte.* — L'action d'un excès de baryte sur l'acide métatungstique donne lieu à des phénomènes plus nets encore; car le produit final de la réaction est ici un corps solide.

» Si l'on mélange dans le calorimètre un équivalent d'acide avec quatre équivalents de baryte, le thermomètre monte d'abord rapidement pour atteindre un maximum. Il se forme en même temps un précipité blanc, gélatineux, qui se transforme ensuite lentement en précipité cristallin. La température s'abaisse pendant cette transformation, qui est complète au bout d'une demi-heure.

» Le précipité gélatineux, filtré rapidement à la trompe et séché, a une composition qui correspond à la formule

$$BaO, TuO^3, 4HO,$$

ce qui résulte des deux analyses suivantes :

	Calculé.		Trouvé.	
			I.	II.
BaO	76,5	33,48	33,50	33,51
TuO^3.........	116	50,76	50,68	50,62
4HO	36	15,76	15,81	15,85
	228,5	100,00	99,99	99,98

» Le précipité cristallin, analysé de la même façon que le précédent par une attaque à l'acide nitrique, a pour formule

$$BaO, TuO^3, 2HO$$

ce qui résulte des deux analyses suivantes :

	Calculé.		Trouvé. I.	Trouvé. II.
BaO	76,5	36,34	37,2	36,83
TuO^3........	116	55,11	55	56,24
2HO	18	8,55	9	7,82
	210,5	100,00	100,2	100,89

» Cette formation des précipités gélatineux et cristallin se reproduit quand, à une dissolution de métatungstate de baryte ($BaO, 4TuO^3, 9HO$), on ajoute trois fois autant de baryte que ce sel en contient déjà.

» Il résulte de ces faits que l'action d'un excès de baryte sur l'acide métatungstique se compose des phases suivantes :

» 1° Formation du métatungstate de baryte;

» 2° Transformation du métatungstate en tungstate neutre gélatineux;

» 3° Transformation du tungstate gélatineux en tungstate cristallin qui est le terme final de cette action.

» La quantité totale de chaleur dégagée dans cette réaction est de $19^{Cal},5$, ce qui permet d'écrire la formule :

$$BaO, 4TuO^3 \text{ dissous} + 3(BaO, HO) \text{ dissous} = 4(BaO, TuO^3) \text{ précipité} \ldots \quad + 4^{Cal},1$$

» Cette transformation des métatungstates en tungstates neutres avait déjà été observée en prenant comme liquide indicateur la phtaléine du phénol, dont la coloration rouge disparaît au fur et à mesure que la transformation s'accomplit.

» Cette observation, appliquée à la baryte, m'a permis de titrer une solution d'acide métatungstique. A la solution acide, on ajoute quelques gouttes de phtaléine et l'on y verse de l'eau de baryte titrée tant que la coloration rouge disparaît. Dès ce moment, il faut verser l'eau de baryte avec précaution, en ayant soin d'agiter le liquide et en le maintenant à une douce chaleur pour activer la formation du tungstate cristallin. Quand la dernière goutte a donné une coloration rouge persistante, on a versé quatre équivalents de baryte pour un équivalent d'acide métatungstique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques corps dérivés par polymérisation du cyanure d'éthyle.* Note de MM. **M. Hanriot** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Quand on fait réagir sur le cyanure d'éthyle en solution dans l'éther absolu du sodium coupé en petits morceaux, il se dégage de l'hydrogène et de l'éthane et il se forme un dérivé sodé blanc et pulvérulent. Ce corps est extrêmement altérable à l'air, dont il attire très rapidement l'humidité; cette altérabilité nous a empêchés d'en faire l'analyse. Nous l'avons traité par les iodures alcooliques pour remplacer le sodium qu'il contient par un radical hydrocarboné monatomique; nous espérions ainsi obtenir des produits plus stables, dont la constitution pourrait être établie et fixerait par là même celle du corps qui leur aurait donné naissance.

» En réalité, le produit ainsi obtenu, et qui bout à une température élevée, est difficile à purifier et se décompose aisément. Dans l'intention de le purifier, nous l'avons traité par l'acide chlorhydrique; cet acide le dédouble entièrement en chlorhydrate d'ammoniaque et une huile légère que l'on peut facilement purifier.

» *Action de l'iodure de méthyle.* — Dans le cas où l'on a traité le dérivé sodé par l'iodure de méthyle, on obtient un liquide d'odeur camphrée, bouillant à 175°, et dont la densité à 0° est 0,9451. L'analyse a conduit à lui attribuer la formule $C^7H^{11}AzO$.

» La densité de vapeur a conduit à un poids moléculaire égal à 121 (théorie, 125).

» *Action de l'iodure d'éthyle.* — Si l'on substitue à l'iodure de méthyle son homologue immédiatement supérieur, on obtient un liquide différent du premier, bouillant à 195°, et dont la densité à 0° est égale à 0,9428. Sa formule est $C^8H^{13}AzO$. Son poids moléculaire, déduit de sa densité de vapeur, a été trouvé égal à 135,5 (théorie, 139).

» Ce second corps est l'homologue supérieur du premier. En traitant directement le dérivé sodé par l'eau d'abord et l'acide chlorhydrique ensuite, on pouvait s'attendre à obtenir l'homologue inférieur des corps que nous avons décrits. M. E. de Meyer est arrivé, par cette même méthode, à préparer ce dérivé, auquel il a donné comme constitution

$$C^2H^5-CO-CH\begin{cases}CAz\\CH^3\end{cases}.$$

Il indiquait comme point d'ébullition 185°-191°. Nous avons eu besoin de

préparer une assez grande quantité de ce produit et nous avons reconnu que ce point d'ébullition devait être porté à 193°,5.

» *Constitution des corps décrits ci-dessus.* — Les produits obtenus par l'action des iodures sur le dérivé sodé ne pouvaient contenir d'oxygène ; il a fallu que l'acide chlorhydrique y fixât les éléments de l'eau en leur enlevant de l'ammoniaque pour donner naissance à des corps oxygénés. Il s'ensuit de là que la formule du corps obtenu par l'iodure de méthyle ne diffère de $C^7H^{11}AzO$ que par le remplacement de AzH par O, la réaction qui donne naissance à $C^7H^{11}AzO$ étant la suivante :

$$C^6H^8(CH^3)AzAzH + HCl + H^2O = AzH^4Cl + C^6H^8(CH^3)AzO.$$

» Nous avons pu, d'ailleurs, dans une expérience, isoler le produit intermédiaire $C^7H^{12}Az^2$; il bout à 262° et, au bout de quelque temps, abandonne des cristaux tabulaires incolores fondant à 43°.

» Nous voyons, d'après la formule $C^6H^9Az^2CH^3$, que ce corps doit dériver d'un dérivé sodé $C^6H^9Az^2Na$, formé à l'aide de deux molécules de cyanure d'éthyle et d'un atome de sodium. Il ne reste plus qu'à déterminer le mécanisme même de cette polymérisation et la constitution des dérivés que nous avons obtenus. Dans ce but, nous les avons chauffés en tubes scellés avec de l'acide chlorhydrique concentré à la température de 140°-150°.

» *Action sur* $C^7H^{11}AzO$. — Nous avons constaté à l'ouverture des tubes une forte pression d'acide carbonique ; ils contenaient un abondant dépôt cristallin de chlorhydrate d'ammoniaque et une huile plus légère que l'acide chlorhydrique. Cette huile, d'une odeur agréable, bouillant à 113°-114°, n'est autre que l'éthylisopropylcarbonyle $C^2H^5-CO-CH\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$, comme le montrent son analyse et sa densité de vapeur.

» La réaction qui a donné naissance à cette acétone peut être exprimée par l'équation

$$C^6H^8(CH^3)AzO + HCl + 2H^2O = AzH^4Cl + CO^2 + C^5H^9(CH^3)O.$$

» *Action sur* $C^8H^{13}AzO$. — On obtient en partant de ce corps une acétone nouvelle qui ne diffère de la première que par le remplacement de CH^3 par C^2H^5. Elle possède une odeur voisine de celle de la précédente et bout à 134°-135°. Elle a donné à l'analyse des chiffres concordant avec la formule $C^7H^{14}O$. Sa constitution est évidemment $C^2H^5-CO-CH\begin{matrix}\diagup C^2H^5\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$; nous l'appellerons *éthyl α butylcarbonyle*.

» La formation de chlorhydrate d'ammoniaque aux dépens de ces substances nous montre que leurs molécules doivent contenir un groupe CAz que l'acide chlorhydrique transforme en un carbonyle. De plus, comme le produit final est une acétone, les corps que nous avons décrits sont des *nitriles acétoniques*. Or nous avons observé que l'acide acétonique qui a pris naissance s'est décomposé en acétone et acide carbonique, ce qui est la caractéristique des acides α acétoniques, et d'eux seuls; nous avons donc affaire à des nitriles α acétoniques.

» Cela ne nous permet plus d'hésiter, pour la constitution de $C^7H^{11}AzO$, qu'entre deux formules :

I.

$$CH^3-\underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{CH}}-CO-CH\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix},$$

II.

$$C^2H^5-CO-C\begin{matrix}\diagup CAz\\ -CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}.$$

» La formule II est la seule bonne; car ce composé, dérivant du cyanure d'éthyle, doit certainement contenir un groupe C^2H^5; $C^8H^{13}AzO$ sera

$$C^2H^5-CO-C\begin{matrix}\diagup CAz\\ -CH^3\\ \diagdown C^2H^5\end{matrix}.$$

» De ceci et de ce que nous avons dit plus haut, on conclut immédiatement pour $C^7H^{12}Az^2$ la constitution $C^2H^5-C(AzH)-C\begin{matrix}\diagup CAz\\ -CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$, et pour le dérivé sodé qui lui donne naissance, $C^2H^5-C(AzH)-CNa\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$.

» *Dérivés de* C^6H^9AzO *ou diéthylcarbonyle α cyané*

$$C^2H^5-CO-CH\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown CH^3\end{matrix}.$$

Ce corps se distingue de ses homologues supérieurs en ce qu'il possède un atome d'hydrogène compris entre son carbonyle et son groupe CAz; cet atome est substitué dans ses homologues supérieurs. Ce composé est le nitrile d'un acide homologue de l'acide acétylacétique; nous nous sommes demandé s'il ne posséderait pas, comme cet éther, la propriété de s'unir aux amines en donnant des corps à chaîne fermée.

» Effectivement, il se combine avec l'aniline, l'α naphtylamine et la phénylhydrazine avec élimination d'eau, en donnant des produits très stables que nous avons analysés et dont nous continuons l'étude. Ses homo-

logues supérieurs s'unissent aux deux premières bases et donnent avec la troisième des produits indistillables qui se décomposent spontanément. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'enrichissement de la craie phosphatée et de l'origine du phosphate riche de Beauval.* Note de M. A. NANTIER.

« Lorsqu'on lave par simple décantation les craies phosphatées, même très pauvres, de Beauval (ou d'Hardivillers), on arrive facilement à recueillir un produit titrant de 30 à 40 pour 100 de phosphate de chaux, suivant la richesse primitive de la craie employée.

» En traitant rationnellement cette roche, et en prenant quelques précautions pour opérer la séparation du phosphate, on obtient alors un phosphate plus riche dont la teneur s'élève de 55 à 60 pour 100, et par conséquent ayant une bien plus grande valeur commerciale.

» Le phosphate ainsi obtenu (si l'on en excepte le carbonate de chaux que le lavage a été impuissant à enlever) est très pur et offre une composition analogue (toutes proportions gardées) à celle des phosphates riches des *poches*.

» Les analyses suivantes établissent clairement ce que nous venons d'exposer :

Éléments dosés pour 100 de matière sèche.	Craie		Phosphate riche
	de Beauval.	d'Hardivillers.	de Beauval.
Titre primitif	23,00	15,80	»
Après traitement :			
Phosphate de chaux	46,18	52,39 [1]	80,90
Carbonate de chaux	48,93	42,08	5,51
Fluorure de calcium	2,15	2,30	3,85
Alumine	0,11	0,39	0,38
Peroxyde de fer	0,63	1,01	0,61
Sulfate de chaux	non dosé	non dosé	1,70
Magnésie	id.	id.	0,19
Silice	id.	id.	0,45
Matières organiques	id.	id.	2,71
Chaux en excès	id.	id.	3,80
Iode	traces	traces	traces

[1] Nous avons obtenu, depuis que ces analyses ont été faites, des produits à 60 pour 100, ainsi que nous l'avons dit, qui ne diffèrent de ceux-ci que par le taux de carbonate de chaux enlevé.

» Ces résultats permettent donc de prévoir qu'il y aura, dans la lévigation des craies, une source de revenus lorsque le phosphate des poches sera épuisé, étant donnée la faible valeur des craies titrant moins de 30, la richesse et la pureté des produits obtenus.

» De plus, il nous semble que cette analogie de composition des phosphates lavés extraits de la craie, avec celle des phosphates arénacés, démontre bien que ces derniers ont été formés d'une façon analogue.

» Pour le démontrer complètement, il suffisait d'arriver à obtenir des produits de 75 à 80 pour 100 comme ceux de Beauval.

» On y arrive facilement par l'acide chlorhydrique étendu, qui enlève d'abord le carbonate de chaux; mais, comme il dissout en même temps une notable quantité de phosphate, il n'y a pas lieu de supposer que ce soit par un agent aussi énergique qu'ait eu lieu la séparation du phosphate.

» Avec l'acide carbonique, ce dernier inconvénient n'est plus à redouter; le carbonate de chaux seul est enlevé en assez forte proportion et seulement de très faibles quantités de phosphate sont dissoutes, ainsi que nous nous en sommes assuré par l'essai suivant :

» 5^{gr} de craie très pauvre et 5^{gr} de phosphate riche à 77 pour 100 ont été mis en digestion dans des siphons d'eau de Seltz; dès le lendemain, étaient passés en dissolution :

	$CaO\,CO^2$.	$3\,CaO\,PO^5$.
Pour la craie............	$1^{gr},572$	$0^{gr},0085$
Pour le phosphate........	$0^{gr},139$	$0^{gr},088$

» Tous ces faits s'accordent donc pleinement avec l'hypothèse formulée par M. Stanislas Meunier sur la formation des *poches* de Beauval ([1]), puisqu'ils montrent qu'on obtient du phosphate riche en lavant simplement la craie phosphatée avec une eau carboniquée. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques roches des Maures*. Note de M. U. **Le Verrier**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie la présence dans les Maures de roches éruptives basiques anciennes.

» La plus intéressante est une lherzolite qui forme un très petit pointement dans les gneiss, près du barrage de Vaucron; elle se compose princi-

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 657.

palement d'olivine et d'hypersthène. Le premier minéral, quoique très peu altéré, est recouvert d'un enduit serpentineux qui le rend méconnaissable à l'œil nu; le second est aussi difficile à déterminer, car il est presque entièrement épigénisé en talc.

» A l'est de Sainte-Maxime, sur le bord de la mer, M. Zürcher m'a montré un pointement de diabase passant au gabbro. La roche se compose d'un mélange grenu ophitique d'anorthite et d'augite diallagisant. Elle paraît couper, sous un angle très aigu, les strates des gneiss; elle s'entoure d'amphibolites formant des lentilles, ou des apophyses à peu près parallèles à ces strates.

» Au voisinage, se trouve un banc d'amphibolite compacte à grenat; une roche analogue m'a été montrée par M. Zürcher sur la route de Roquebrune, où elle paraît se comporter comme un vrai filon. Le grenat à contours déchiquetés y forme le centre de nodules blancs, répartis dans toute la roche, à laquelle ils donnent une structure ocellaire : ces nodules se composent d'un mélange finement grenu de feldspath et d'aiguilles d'actinote. M. Williams cite le grenat parmi les minéraux habituels aux variétés endomorphiques des gabbros du Maryland. Ces amphibolites pourraient donc être un faciès de contact de roches éruptives.

» Les amphibolites franchement schisteuses, comme celles de la Moure, s'accompagnent de pyroxénites où le faciès de l'augite rappelle celui des diabases et fait penser à une origine première éruptive. Les variétés, sujettes à se serpentiniser, paraissent en général pyroxéniques : on trouve côte à côte des lits d'amphibolite pure, encore très fraiche, et des lits pyroxéniques à moitié transformés en serpentines.

» Les vraies serpentines ne contiennent d'autres minéraux déterminables que des débris de diallage et d'hypersthène. Elles paraissent interstratifiées dans l'ensemble; mais, en étudiant de près les gisements de la Molle et de Cavalaire, j'ai pu reconnaître que leurs contours ne coïncident pas bien avec les strates des schistes encaissants. On trouve sur les épontes de la serpentine, et en inclusion glanduleuse au milieu d'elle, à la Molle, des agglomérations d'actinote pure; ce phénomène est signalé aussi parmi les actions de métamorphisme des gabbros du Maryland. Ces faits me portent à croire que ces serpentines sont dues à l'altération de roches éruptives anciennes.

» Dans les diabases ayant des parties serpentinisées, on observe presque toujours un développement abondant d'épidote, souvent associée à des filonnets quartzeux. Cette circonstance ferait penser que les émanations siliceuses ont pu contribuer à la formation de la serpentine; elles se seraient emparées des bases fortes, notamment de la chaux enlevée à l'état d'épi-

dote, et auraient laissé un résidu de silicate de magnésie; elles auraient respecté les minéraux purement magnésiens et réfractaires aux acides comme l'hypersthène.

» Dans cet ordre d'idées, on peut remarquer que les deux gisements de serpentine cités plus haut sont voisins de filons ou de lentilles quartzeuses (quartz de pegmatite). Mais ce minéral est trop fréquent dans la région pour permettre d'affirmer qu'il n'y a pas là une simple coïncidence. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la préparation des orthosilicates de cobalt et de nickel cristallisés*. Note de M. **Léon Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Le présent travail est consacré à la production de quelques silicates métalliques cristallisés : on sait que la plupart des silicates simples sont des orthosilicates $M^2 Si O^4$ ou des bisilicates $M Si O^3$, plus particulièrement des péridots ou des pyroxènes. Plusieurs méthodes ont permis de préparer dans les laboratoires divers termes de ces séries (chaux, magnésie, zinc, manganèse, fer).

» Le procédé opératoire que j'ai employé consiste à chauffer dans un four Perrot, au rouge vif, pendant quelques heures, un mélange intime d'un oxyde métallique avec le chlorure correspondant et un grand excès de silice amorphe. On recueille ainsi un mélange d'un silicate (le plus acide qui puisse prendre naissance dans ces conditions) avec l'excès de silice non attaquée; ce mélange est parfaitement exempt d'oxyde libre. Il suffit alors de faire digérer le tout avec une lessive alcaline concentrée pendant quelques heures, afin de dissoudre la silice libre, puis de laver à grande eau; on recueille ainsi un résidu formé du silicate pur non attaqué.

Orthosilicate de cobalt. — En procédant ainsi, on prépare une poudre d'un beau violet, ayant pour densité 4,63. Au microscope, elle se montre entièrement constituée par des petits cristaux violet foncé, non dichroïques, possédant des formes cristallines et des propriétés optiques semblables à celles du péridot. La matière fait très aisément gelée aux acides. L'analyse a été faite en attaquant par l'acide chlorhydrique, séparant et pesant la silice, ajoutant à la liqueur filtrée de l'acide sulfurique et pesant l'oxyde de cobalt à l'état de sulfate. On a trouvé ainsi les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $2 Co O, Si O^2$.
Protoxyde de cobalt.......	71,6	71,43
Silice....................	28,0	28,57
	99,6	100,00

» *Orthosilicate de nickel.* — De même, on prépare ce sel sous forme d'une poudre d'une belle nuance jaune verdâtre, ayant pour densité 4,85. Au microscope, la substance apparaît entièrement formée de petits cristaux tout à fait semblables à du péridot, mais plus fortement colorés. Très attaquable aux acides, le sel a fourni à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $2NiO, SiO^2$.
Protoxyde de nickel.......	71,4	71,43
Silice....................	28,1	28,57
	99,5	100,00

» On voit par ce qui précède que le cobalt et le nickel n'ont pas donné trace de bisilicate, même en présence d'un excès de silice; c'est un trait de plus qui rapproche ces deux métaux du fer, pour lequel on connaît un orthosilicate Fe^2SiO^4 très stable (péridot des scories d'affinage), mais dont le bisilicate est inconnu à l'état de pureté et n'a pu être préparé, comme le montrent les travaux de M. Al. Gorgeu [1]. Cependant un silicate de cobalt et de chaux en prismes allongés de couleur rose, très faiblement polychroïque, ayant les clivages et les propriétés optiques du pyroxène, inattaquable aux acides, a été obtenu par M. Fouqué. Il n'a pu être isolé dans un état de pureté suffisant pour l'analyse; c'est très probablement un bisilicate.

» J'ai de même obtenu un *silicate de cadmium*, finement cristallisé, dont je me réserve l'étude et qui sera décrit ultérieurement. Par contre, je n'ai pu obtenir aucun produit cristallin, en cherchant à préparer de même des silicates de cérium, lanthane, didyme, ainsi que du silicate d'uranyle [2]. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Acariens marins des côtes de France.* Note de M. **Trouessart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Depuis ma première Note sur ce sujet, communiquée à l'Académie dans sa séance du 5 novembre 1888, j'ai pu réunir de nouveaux matériaux qui me permettent de donner des renseignements plus complets sur la faune acarologique de nos côtes. Outre mes recherches personnelles, j'ai reçu des envois importants de MM. E. Chevreux (du Croisic) et Le

(1) *Bulletin Soc. min.*, t. VII, p. 61; 1884.
(2) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

Sénéchal (de Caen). M. G.-S. Brady (de Sunderland) a bien voulu me communiquer les types des espèces décrites par lui et provenant des côtes d'Angleterre. Enfin M. le Dr Lohmann (de Kiel), qui vient de publier une excellente monographie ([1]) des Acariens marins de la mer Baltique, a pris la peine de comparer mes types avec les siens.

» Les seuls Acariens véritablement marins sont les *Halacaridæ*, qui doivent former une famille bien distincte et non une simple sous-famille des *Trombididæ*. Dans cette dernière famille, le dernier article des palpes est toujours palpiforme, et c'est l'*avant-dernier* qui prend la forme d'une *griffe terminale :* chez tous les *Halacaridæ*, au contraire, c'est le *dernier article* des palpes qui constitue la griffe terminale, et il n'y a pas trace d'article palpiforme. Cette différence fondamentale me semble justifier l'élévation des *Halacaridæ* au rang de famille, comme l'a proposé Murray en 1875.

» Les Halacariens vivent dans la mer, depuis la zone littorale jusqu'à la profondeur de 30 à 50 brasses. Ils marchent ou grimpent, plutôt qu'ils ne nagent, sur le fond, les rochers, les algues et les animaux marins fixés ou à mouvements lents dont ils sont les commensaux. Leur nourriture paraît assez variée suivant l'âge et les localités. C'est la couleur des aliments qui remplissent leur estomac et en dessinent les contours qui, vue par transparence, leur donne la coloration que l'on remarque chez plusieurs espèces, car les téguments sont transparents et d'un jaune testacé presque incolore. Si mes observations sont exactes, l'*Halacarus spinifer* (Lohmann), l'espèce la plus grande et la plus commune de nos côtes, serait exclusivement carnivore dans son jeune âge : les larves et les nymphes sont d'un rouge corail, identique à celui des œufs de Copépodes qui abondent dans la région qu'elles habitent; l'adulte, au contraire, est d'un brun plus ou moins foncé, et l'on voit dans son estomac de nombreux tests de Diatomées, ce qui indique un régime en partie au moins végétal. Comme beaucoup d'autres Acariens, ces animaux seraient donc parasites dans leur jeune âge et deviendraient de simples commensaux à l'âge adulte.

» Les Halacariens vivent bien dans l'eau saumâtre, et résistent longtemps à l'eau douce. On peut les garder vivants deux ou trois jours dans un aquarium de ce dernier genre, tandis que les Copépodes y meurent rapidement. Dans le canal de Caen à la mer, dont l'eau n'a guère plus de

---

([1]) *Die Unterfamilie der Halacaridæ* (Murray) *und die Meersmilben der Ostsee* (*Zoologische Jahrbücher*, IV, 1889, p. 269 et suiv., avec 3 planches).

2gr de sel par litre, M. Le Sénéchal a trouvé, sur des Hydraires qui s'y sont acclimatés, l'*Halacarus spinifer*.

» Mais c'est dans la *zone des Laminaires* ou, plus exactement, dans la *zone des Corallines*, notamment sur *Corallina officinalis*, que ces animaux abondent, comme le montrent les nombreux dragages que M. E. Chevreux a bien voulu faire, spécialement à mon intention, sur la côte du Croisic. Les Halacariens se trouvent en grand nombre attachés par leurs pattes crochues aux frondes délicates des Corallines. Dans les flacons de M. Chevreux, ces animaux sont mêlés à des centaines de petits Crustacés (Copépodes, Amphipodes, Ostracodes), à des Pycnogonides et à des *Amphiura squammata*, recueillis en même temps. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par M. Lohmann dans la Baltique : sur les quinze espèces recueillies par lui, dix se trouvent dans la *zone des Algues rouges* (Corallines), par 5 à 10 brasses de profondeur.

» Le nombre des espèces des côtes de France que je ferai connaître dans le Mémoire qui est actuellement en préparation, est relativement considérable. Ma collection renferme dix-sept espèces, tandis que les naturalistes anglais n'en ont signalé que dix, et M. Lohmann quinze. Les individus de l'Océan sont d'une taille supérieure à celle des individus de la Baltique : plusieurs espèces, d'ailleurs, sont identiques. Telles sont :

» *Rhombognathus* (*Aletes*, Lohmann) *notops*, *Rh. Seahami*, *Halacarus spinifer* (= *H. ctenopus* de ma première Note), *H. Murrayi* (= *H. inermis*), *H. Fabricii*, *H. rhodostigma*, *Leptognathus falcatus*, qui habitent nos côtes de l'Atlantique.

» Deux types génériques (*Leptopsalis* et *Copidognathus*), caractérisés dans ma première Note, se trouvent dans l'Océan et manquent à la Baltique. Une nouvelle espèce du premier de ces deux genres (*Leptopsalis Chevreuxi*) permettra de mieux caractériser ce type. Elle se trouve au Croisic. Il en est de même du *Pachygnathus sculptus* de Brady, espèce très intéressante comme ayant été draguée à 35 brasses de profondeur. Elle doit former un genre à part bien distinct de *Rhombognathus*, et que je caractérise ainsi :

» *Simognathus*, gen. nov. Palpes maxillaires dorsaux, disposés comme dans *Leptognathus;* rostre court et large. Type : *Pachygnatus sculptus* (Brady). Ce genre est à *Rhombognathus* ce que *Leptognathus* est à *Halacarus*.

» Un autre type caractérisé par M. Lohmann, bien qu'il manque à la Baltique, est le genre *Agaue*. C'est un type méridional qui commence à se montrer dans le golfe de Gascogne (*Agaue brevipalpus*, n. sp., des hui-

trières d'Arcachon). Ce type paraît remplacer, dans la Méditerranée, le genre *Halacarus*, qui n'y compte que deux espèces (*H. oculatus* et *H. levipes*, n. sp.); tandis que le genre *Agaue* y compte trois espèces : *A. hirsuta*, n. sp., type robuste et d'assez grande taille ($0^{mm},75$), *A. microrhyncha*, n. sp. et *A. brevipalpus*, identique à l'espèce d'Arcachon. Ces trois espèces se trouvent sur la mousse de Corse (*Sphærococcus helminthocorton*) et les *Corallines* qui vivent dans les mêmes localités. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans les petites Pyrénées de l'Aude*. Note de M. **L. Carez**, présentée par M. Hébert.

« La région des petites Pyrénées de l'Aude, généralement désignées à tort sous le nom de *Corbières*, présente, dans l'allure des couches qui la constituent, des phénomènes très remarquables et tout à fait comparables à ceux que M. Bertrand a dernièrement indiqués en Provence : le pic de Bugarach et six autres lambeaux de calcaire, visibles entre les villages de Bugarach et de Duillac, sont en effet dans une situation anormale, surmontant des couches beaucoup plus récentes.

» La direction générale des couches étant est-ouest, une coupe nord-sud donne la succession suivante :

» 1. Marnes et cargneules triasiques;
» 2. Calcaire cénomanien à *Caprinula Roissyi;*
» 3. Grès et calcaire turoniens à Hippurites;
» 4. Marnes bleues avec quelques bancs de grès et de calcaire marneux; *Micraster brevis* à la base; autres *Micraster* plus haut; par places, Hippurites (niveau de la montagne des Cornes).

» Cette série très puissante représente le sénonien et est inclinée, comme toutes les couches crétacées précédentes, d'environ 45° au sud.

» Vient ensuite une faille très importante, la faille de Saint-Louis, que j'ai déjà suivie sur une longueur de plus de 30^{km} et qui se prolonge certainement beaucoup plus loin. Elle fait réapparaître :

» 5. Les marnes et cargneules triasiques;
» 6. Des calcaires jurassiques de couleur foncée;
» 7. Des calcaires cristallins blancs, urgoniens et aptiens.
» 8. Les marnes noires du gault formant le fond de la vallée synclinale de Saint-Paul de Fenouillet.

» Les couches 5 à 8 sont très fortement inclinées au sud; puis le flanc

méridional de la vallée de Saint-Paul est formé par les calcaires urgoniens, qui se relèvent pour venir buter par faille contre les schistes cristallins du massif de Saint-Martin et Lesquerde.

» Cette coupe se retrouve, sans modifications notables, dans toute la longueur du pays que j'ai indiqué; mais, de place en place, se montrent, au milieu des marnes sénoniennes ou appliqués contre la lèvre nord de la faille de Saint-Louis, des calcaires blancs cristallins, fossilifères dans quelques lambeaux et appartenant à l'urgonien.

» Le premier, à l'est, forme une crête longue de plus de 5^{km}, située entre Duillac et Soulatge et connue sous le nom de Peyrepertuse; elle est complètement entourée par les marnes à Micraster fossilifères, toujours inclinées régulièrement au sud, tandis que le calcaire qui les surmonte est très contourné et plissé en V couché, dont l'ouverture est tournée vers le nord.

» Les quatre lambeaux suivants commencent à l'ouest de Cubières pour se prolonger jusqu'au delà de Camps; très rapprochés les uns des autres, ils devaient probablement à l'origine n'en former qu'un seul, divisé plus tard par les érosions. Dans l'intervalle qui les sépare, on peut voir les marnes sénoniennes se continuer régulièrement avec leur inclinaison normale, et entourer complètement chacun des lambeaux.

» Plusieurs d'entre eux sont visiblement *posés* sur les marnes; leurs parois sont verticales ou même surplombantes, et la ligne de contact est, sinon toujours horizontale, au moins toujours droite.

» Ces divers lambeaux sont éloignés de la faille de Saint-Louis de 1^{km} à 3^{km}; au contraire, celui qui vient ensuite, le pic de Chalabre, se trouve immédiatement contre la faille; il est encore composé d'urgonien, affectant une forme semi-circulaire et entouré de tous côtés, sauf au sud où se trouve la faille, par les marnes sénoniennes. L'inclinaison des marnes est, ici encore, différente de celle des calcaires urgoniens.

» Enfin j'arrive au dernier lambeau, le plus important par sa masse et en même temps le plus compliqué : c'est le pic de Bugarach, le point culminant de toute la région. L'étude en est particulièrement difficile, parce que ses flancs sont trop abrupts pour permettre de les gravir, sauf en deux ou trois endroits, et qu'il est entouré à sa base d'une masse considérable d'éboulis; j'ai pu néanmoins constater, en un point de la face ouest, une coupe verticale très nette, où les dolomies, qui forment la majeure partie du pic, reposent sur le sénonien; il est facile de voir d'ailleurs que les marnes entourent le pic de tous côtés, sauf au sud où il est limité par la

faille de Saint-Ferréol qui vient précisément en ce point rejoindre la faille de Saint-Louis.

» Les couches du pic ne sont pas composées entièrement d'urgonien, comme les lambeaux précédents; la face nord-est seule en présente, et la plus grande partie de la masse est constituée par une dolomie qui a été rapportée à différents terrains; pour moi, sans indiquer son âge avec précision, je crois pouvoir assurer qu'elle n'est ni *jurassique*, ni *crétacée*, ni *tertiaire;* des roches identiques se voient en effet au pic de Milobre de Massac, au-dessous des marnes rouges triasiques; elles ne peuvent donc appartenir qu'à la base du trias ou au primaire.

» L'existence de ces divers lambeaux, dans la situation que je viens d'indiquer, ne pourrait s'expliquer que de trois manières : 1° les lambeaux sont complètement entourés par des failles verticales fermées; 2° ce sont d'anciens récifs ayant existé au milieu de la mer sénonienne; 3° ce sont des lambeaux de recouvrement.

» Sans pouvoir insister ici sur les nombreuses raisons qui empêchent d'admettre les deux premières hypothèses, je rappellerai seulement les principales, qui sont la superposition constatée des calcaires sur les marnes, l'allure rectiligne du contact de ces deux roches et la régularité constante de l'inclinaison du sénonien.

» J'admets donc la troisième hypothèse, contre laquelle je ne vois aucune objection; les calcaires urgoniens sont des lambeaux détachés de la lèvre méridionale de la faille de Saint-Louis et ayant glissé à la surface des marnes sénoniennes jusqu'aux points où nous les voyons aujourd'hui.

» Quant au calcaire dolomitique du Pic, il est plus difficile d'expliquer sa présence, car il n'en existe de semblable qu'à une grande distance et au nord-ouest; je crois néanmoins qu'il a dû être également amené au jour par la faille de Saint-Louis, bien qu'il n'en reste plus de trace actuellement dans la chaîne de Saint-Antoine-de-Galamus.

» Quoi qu'il en soit d'ailleurs de cette question de provenance, je crois avoir démontré dans cette Note l'existence dans les Pyrénées des *phénomènes de recouvrement,* qui n'étaient connus jusqu'à présent en France que dans la Provence; ils sont probablement causés, dans la région que j'ai étudiée, par la présence du massif primaire des Corbières, qui a résisté aux pressions venues du sud et occasionné ainsi des plissements énergiques. »

CHIRURGIE. — *Un procédé de blépharoplastie applicable aux cas où les procédés connus ne peuvent suffire.* Note de M. **Dianoux**.

« Quand la peau de la face a été en grande partie détruite par l'action du feu ou d'un caustique, aucun des procédés de blépharoplastie n'est applicable, parce qu'il n'existe plus de tissu propre à remplir les conditions des moins exigeants d'entre eux.

» La seule opération possible consistait à pratiquer la blépharoraphie en conservant autour des bords ciliaires avivés et suturés assez de tissu de cicatrice pour donner une étendue suffisante aux paupières.

» Malheureusement la puissance invincible de rétraction de ces sortes de cicatrices ne tarde guère à rompre les adhérences molles des bords palpébraux et à ramener peu à peu les choses à leur point de départ.

» La greffe dermo-épidermique à grand lambeau ou en mosaïque nous apparut comme devant être le salut; mais la greffe à grand lambeau échoue souvent, et, quant à la greffe en mosaïque, elle n'est pas toujours un obstacle sérieux à la rétraction qui se fait au-dessus d'elle. Tout en continuant à employer la greffe comme auxiliaire, je ne lui reconnais pas une certitude de résultat assez grande pour lui subordonner toute l'opération.

» Pour remédier à un échec qu'elle m'avait attiré, j'ai imaginé le procédé suivant, qui me paraît répondre à toutes les exigences et qui m'a donné un bon résultat il y a six ans déjà. Ce procédé consiste à rendre les nouvelles paupières, reconstituées comme dans le procédé de simple blépharoraphie décrit ci-dessus, indépendantes du tissu dont on les a séparées, pendant tout le temps que dure le processus de rétraction de la cicatrice.

» L'opération comprend deux phases séparées par un intervalle de plusieurs mois, si l'on n'a pas fait de greffe ou si celle-ci a échoué.

» *Première phase.* — Avec un bistouri on fait une incision curviligne dans toute l'épaisseur du tissu cicatriciel; cette incision commence à 5^{mm} environ de la commissure interne des paupières dans le plan vertical, passant par son sommet pour se terminer à semblable distance de la commissure externe; elle circonscrit entre elle et le bord ciliaire une hauteur de tissu suffisante pour la nouvelle paupière.

» Une seconde incision, inscrite dans la précédente, divise la conjonctive dans la ligne qu'occupe ou doit occuper le fond du cul-de-sac.

» Si l'on fait la blépharoraphie, on procède alors à l'avivement du bord ciliaire, puis le lambeau cutané ou plutôt cicatriciel est disséqué en lui donnant l'épaisseur nécessaire, et remonté ou abaissé jusqu'à occuper une situation convenable, c'est-à-dire une ligne horizontale passant par les commissures. On fait ensuite la suture des bords ciliaires l'un à l'autre pour joindre les deux paupières en une seule.

» On procède en dernier lieu au point spécial de l'opération : celui-ci consiste à ourler très soigneusement et très exactement le bord libre de la paupière avec le bord conjonctival rendu libre par la seconde incision et disséqué dans l'étendue suffisante.

» C'est de la bonne exécution de cette suture que dépend le succès; car ce n'est qu'au prix d'une réunion très exacte de la conjonctive et de la peau que l'indépendance du bord périphérique peut être conservée.

» On panse en plaçant une lame de protective entre le bord périphérique palpébral et le tissu de la face d'où il a été détaché; puis on applique une autre lame plus grande de protective sur l'ensemble des paupières, etc.

» *Deuxième phase.* — Quand la cicatrisation de la face est définitive et qu'il n'y a plus de rétraction à redouter, soit quatre ou cinq mois au moins après la première intervention, on fait l'avivement du bord périphérique palpébral et on l'insère dans une rainure ouverte au bistouri, dans la face au point convenable, pour restituer à la paupière une situation favorable et un fonctionnement normal. Quelques points de suture le fixent et sont enlevés aussitôt que possible.

» Pour la paupière supérieure, il y a lieu de tenir compte du releveur; son tendon doit être recherché avec le crochet à strabisme, détaché, puis suturé près du bord orbitaire et, lors de la seconde phase, on le détache à nouveau et on l'insère dans la paupière dédoublée à cet effet.

» Je propose d'appeler ce procédé opératoire *blépharoplastie à pont*. »

MÉDECINE. — *Sur la toxicité des eaux météoriques.* Note de M. **Domingos Freire**, présentée par M. Pasteur.

« Pendant le mois de mars de cette année, une maladie singulière sévissait à Rio de Janeiro sous la forme épidémique. Elle commençait d'emblée par une hyperthermie excessive (40°, 41°, 42° et même 43° et 44° C.), suivie d'une grande dépression des forces, avec céphalalgie,

dyspnée, des vomissements et état suburral des premières voies. Elle durait de quelques heures jusqu'à deux ou trois jours. Souvent les phénomènes se précipitaient et amenaient la mort dans l'espace d'une heure et même subitement.

» Les médecins n'étaient pas d'accord sur la nature de ce mal inconnu jusqu'alors dans le pays. Les uns croyaient à des *coups de soleil*, d'autres à des accès pernicieux, un troisième groupe diagnostiquait la fièvre jaune foudroyante. D'autres, plus scrupuleux, préféraient avouer leur ignorance et ne faisaient aucun diagnostic. Or ni les *coups de soleil* ni guère les cas de fièvre jaune *foudroyante* ne sont connus à Rio, sauf des exceptions très rares. Quant aux accès pernicieux, pas une seule condition n'existait pour leur éclosion ; tous les marais étaient à sec par suite d'une température estivale de 35°, 36° (à l'ombre), persistant durant trois mois de suite, sans une seule journée de pluie.

» Dans le but d'éclairer la question, j'ai fait quelques expériences sur la toxicité de la vapeur d'eau suspendue dans l'atmosphère.

» En effet, ayant recueilli par condensation quelques grammes de vapeur d'eau atmosphérique durant les heures les plus chaudes du 13 mars, j'injectai sous la peau d'un petit oiseau, pesant 12^{gr}, 6 dixièmes de centimètre cube de l'eau condensée, en deux doses de 3 dixièmes, avec l'intervalle d'un quart d'heure entre l'une et l'autre injection.

» Immédiatement après la première dose, l'animal est devenu incommodé, les plumes hérissées, les pupilles dilatées, la respiration haletante. Après la seconde injection, somnolence, torpeur générale, coma. La dyspnée s'est aggravée, l'animal ouvrait et refermait sans cesse le bec. Au bout d'une heure, après l'ingestion de 4 dixièmes de centimètre cube, l'animal est tombé raide mort. A l'autopsie, congestion des organes intérieurs, cœur gorgé de sang et arrêté en systole, les vaisseaux coronaires très injectés.

» Un autre oiseau, dans les mêmes conditions d'expérience, a présenté les mêmes phénomènes, avec des frissons encore plus forts, état qui a duré deux heures et qui s'est terminé par la mort. L'autopsie a décelé les mêmes lésions.

» J'ai fait quelques essais chimiques sur l'eau condensée. Elle était limpide, légèrement acide. Traitée par la potasse et chauffée, elle a dégagé des vapeurs ammoniacales qui ont bleui fortement le tournesol. Le microscope a montré, dans un échantillon de la même eau, un grand nombre de spores, rondes, de 3 à 4 millièmes de millimètre, formant des colonies

serrées, sans matière agglutinante intermédiaire. Ces corpuscules ne fixaient pas les couleurs d'aniline; ils avaient un mouvement brownien fort actif, se succédant par saccades. Ce mouvement était par moments tellement rapide que les spores devenaient invisibles dans le champ du microscope.

» Ces recherches m'ont fait soupçonner que l'épidémie en question était due à un principe toxique répandu dans l'atmosphère, un corps appartenant peut-être à la série cyanique (acide cyanhydrique?). Je ne fais qu'interroger, sans oser passer au delà.

» Ce principe, quel qu'il soit, pourrait provenir de la décomposition des débris organisés, surtout des détritus animaux, par suite des fortes chaleurs prolongées pendant trois mois, détritus qui abondent dans l'intérieur même des maisons, dans les rues, au long des rivages qui entourent la ville, et surtout dans les tuyaux d'égout, dont les jointures mal unies permettent aisément des fuites, et dont la porosité détermine des infiltrations de matière fécale dans le sous-sol.

» La substance toxique résulterait probablement d'une fermentation spéciale des immondices animales et végétales. Elle serait douée d'une grande volatilité. Je suis parvenu, au moyen de l'ébullition de l'eau atmosphérique condensée, à en extraire une certaine quantité du principe toxique à l'état gazeux, que j'ai donné à respirer à un petit oiseau, qui est mort dans cinq minutes.

» Après les pluies torrentielles de la fin de mars, j'ai procédé à de nouvelles expériences, afin de contrôler les premières. En condensant la vapeur d'eau atmosphérique, j'ai remarqué qu'elle ne renfermait qu'une quantité presque nulle de matière azotée. J'ai injecté peu à peu jusqu'à 1^{gr}, $1^{gr},5$ de cette eau dans deux oiseaux, qui ont succombé vingt-quatre heures et quarante-huit heures après, c'est-à-dire que l'eau n'était pas aussi virulente qu'auparavant. En outre, les gaz renfermés dans cette eau n'ont produit aucun mal sur un oiseau qui en a respiré. Ceci prouve que la toxicité des eaux météoriques tendait à disparaître. Cette disparition, détail intéressant, a coïncidé avec la disparition du mal épidémique.

» Il serait utile de vérifier (ce me semble) si les explosions épidémiques, quelles qu'elles soient, ne sont pas subordonnées à ces exhalations telluriques, qui se fixeraient dans les eaux météoriques, constituant l'agent chimique de telle ou telle constitution médicale.

» Des expériences ultérieures montreront la valeur de cette conjecture. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 30 mai.* Note de M. **Flammarion**.

« Absent de Paris le 30 mai, je n'ai pas ressenti la secousse de tremblement de terre qui s'y est produite et qui a été insensible à Fontainebleau, où je me trouvais. L'observation que ma femme m'en a adressée le soir même de Paris, ainsi que les lettres et télégrammes qui m'ont été transmis à cette occasion [1] s'accordent pour indiquer que les oscillations se sont produites du nord-ouest au sud-est et ont duré quelques secondes.

» Les relations que j'ai reçues depuis, de Guernesey, de l'île de Wight, de Cherbourg, de Granville, de Saint-Malo, de Rouen, de Caen, etc., montrent que le foyer de ce tremblement de terre devait être au-dessous de la région qui s'étend du Havre à Guernesey, probablement entre Caen et Cherbourg. L'intensité a été de VI à Cherbourg (la corniche du portail de la Trinité est tombée), ainsi qu'à Authou Bec-Helloin (trépidations, craquements, grondements souterrains) et à Guernesey (effroi des habitants); de V au Havre (entre-choquement de verres, oscillations fortes), à Caen, à l'île de Wight, à Poole (comté de Dorset), à Granville; de IV à Saint-Lô, à Rouen, à Ouville, à Pont-Audemer, à Lisieux, à Étretat; de III à Paris, à Dieppe, Beauvais et Rennes. Les courbes menées par les points d'égale intensité ne sont pas régulières, la propagation de la secousse différant suivant la nature géologique des terrains.

» Une ligne tracée de Paris à Plymouth marque sensiblement le grand axe d'une ellipse dont le périmètre embrasse la région ébranlée.

» On n'avait pas ressenti de tremblement de terre à Paris depuis le 14 septembre 1886. Cette secousse avait été d'intensité IV, et même V en quelques points des environs. »

M. **de Salis**, de Beauvais, et M. **J. Seure**, de Saint-Germain en Laye, adressent à l'Académie des observations qui concordent avec les précédentes pour l'heure et la durée des secousses, ainsi que pour la direction des oscillations.

---

(1) Je signalerai celles de MM. Hentsch, rue La Bruyère à Paris, Ben Tayoux, rue Montmartre, Mme Veley, avenue Hoche à Paris, MM. Bonvalle à Étretat, Fol au Havre, Dufour à Sainte-Adresse, Dolecie à Ouville-la-Rivière (Seine-Inférieure), Mme Hébert au Bec-Helloin (Eure).

M. **A.-F. Nogués** appelle l'attention de l'Académie, à propos du tremblement de terre du 30 mai, sur le rôle des failles dans les phénomènes séismiques. (Extrait.)

« En analysant les observations, on constate trois zones d'intensité séismique différente : dans la première, sont compris Cherbourg, Jersey, Guernesey; cette zone, grossièrement elliptique, atteint la côte anglaise; deux autres courbes d'intensité se dessinent également en passant par le Havre, Laval, Domfront. Mais ce qui est digne d'attention, c'est que deux de ces courbes se rencontrent vers les origines des vallées de la Selune et de l'Orne : ce phénomène tient à la disposition orographique de la région. La direction du mouvement séismique indiqué par les observateurs locaux est désignée comme est-ouest; d'ailleurs, cette direction est en relation avec les failles de la contrée et elle est presque toujours parallèle ou bien normale à la direction des cassures stratigraphiques; ces fractures fonctionnent généralement comme un rayon séismique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les relations qui peuvent exister entre les perturbations magnétiques et le tremblement de terre du* 30 *mai* 1889. Lettre de M. **Moureaux** à M. Mascart.

« J'ai l'honneur de vous adresser un décalque photographique de nos courbes magnétiques du 30 mai au soir.

» La composante horizontale a subi une diminution rapide, mais non brusque, à $8^h 25^m$ du soir; la composante verticale et la déclinaison indiquent des variations extrêmement faibles.

» L'heure de cette petite perturbation coïncide sensiblement avec celle du tremblement de terre; toutefois l'anomalie ne semble différer en rien, à première vue, des troubles magnétiques ordinaires.

» A la suite du tremblement de terre de Menton et de la discussion qui s'est élevée sur la question de savoir si les mouvements des appareils magnétiques sont dus à une transmission mécanique ou à un effet magnétique, j'ai installé au Parc Saint-Maur un barreau de cuivre attaché à une suspension bifilaire, dont la direction est enregistrée par la photographie. Il est peut-être intéressant de constater que ce barreau n'a éprouvé aucune vibration appréciable pendant le tremblement de terre du 30 mai. »

M. J. Michel adresse la description d'un « propulseur applicable à la navigation ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 27 mai 1889.)

Note de MM. *Michel Lévy* et *Collot*, Sur l'existence de la néphélinite à Rougiers (Var) :

Page 1124, ligne 30, *au lieu de* (016), *lisez* (010).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 11 JUIN 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les déviations exceptionnelles de quelques cyclones tropicaux;* par M. H. Faye.

« Les cyclones, bien autrement formidables sous les tropiques que dans tout le reste de leur longue course à travers les régions tempérées, présentent jusqu'au 35e degré une régularité frappante. Seul, un détail de la figure toute géométrique de leur trajectoire varie avec les saisons ([1]). On savait depuis longtemps que cette trajectoire se recourbait vers le nord entre les parallèles de 20° à 30°; mais on doit au P. Viñez, directeur de

([1]) Leur fréquence est réglée aussi par les saisons. Ainsi, en Amérique, d'après les observations de Cuba, il y a huit à dix fois plus de cyclones en juillet, août, septembre et octobre qu'en décembre, janvier, février, mars, avril et mai. Sur l'autre hémisphère, la saison des cyclones est celle des mois de janvier, février, mars et avril.

l'observatoire de la Havane, des notions très précises qui servent de base à la prévision des phénomènes. On peut les formuler ainsi :

» 1° En juillet (et octobre) le recourbement, ou plutôt le sommet de la trajectoire, se trouve entre les parallèles de 20° et de 23°;

2° En juillet (et septembre), il se trouve entre les parallèles de 27° et 29°;

» 3° En août, entre les latitudes de 30° et de 32°.

» Ces règles paraissaient être sans exception. Pourtant il s'en est produit une aux Indes occidentales, en septembre dernier, dont les conséquences ont été bien cruelles pour l'île de Cuba. Voici les faits que j'emprunte à l'importante Notice sur les *Tropical cyclones*, de M. Everett Hayden, U. S. N. :

» Un vapeur anglais, le *Jamaican*, arrivant à Saint-Thomas le 3 septembre dernier, rapporta qu'il avait subi un cyclone le 31 août, environ à 150 milles au nord-est de Sombrero. Il avait passé si près du centre qu'on avait pu entrevoir l'éclaircie qui accompagne le calme central. Cette grave nouvelle fut aussitôt *câblée* au consul anglais de Santiago qui s'empressa de la télégraphier au P. Viñez. Il n'y avait pas un instant à perdre. Le savant météorologiste dressa un état de la situation atmosphérique et, jugeant de la marche du cyclone d'après les lois précédentes, il fit publier le 4 au matin, par les journaux, les prévisions suivantes : « Bien qu'on » doive éprouver à la Havane, dans la journée du 4, de fortes rafales du » nord-ouest et de l'ouest, le cyclone passera au nord de l'île et sa trajec- » toire ira se recourber au nord, vers les côtes de la Floride, au sein même » du Gulf-Stream. »

» Il n'en fut rien. Le cyclone passa en plein sur la Havane et continua sa course en ravageant l'île sur la moitié de sa longueur. Le P. Viñez fut pendant un temps en butte aux accusations les plus passionnées. C'était une injustice, car la prédiction était conforme à des règles qui jamais ne s'étaient trouvées en défaut. Il s'agissait donc d'un cas exceptionnel, tout à fait extraordinaire. On apprit plus tard que ce cyclone avait progressé dans sa course anormale à l'ouest-sud-ouest, en déclinant, non pas au nord, mais un peu au sud, et qu'il avait pénétré dans le Mexique après avoir sévi sur la Veracruz (¹).

(¹) Le *Bulletin mensuel* de l'Observatoire central météorologique de Mexico nous apprend, dans son supplément au numéro du mois de décembre 1888, que le cyclone a été ressenti à Tlascala, après avoir franchi une haute chaîne de montagnes, puis à Mexico, puis, jusqu'aux 12 et 13 juin, dans les États septentrionaux de cette République.

» Naturellement, le P. Viñez fit ressortir toutes ces circonstances exceptionnelles et chercha à les expliquer. Il fut conduit ainsi à m'emprunter une idée, celle qui consiste à placer, dans les courants supérieurs de l'atmosphère, la cause qui détermine le mouvement de translation des cyclones; il croyait y trouver aussi la cause perturbatrice qui avait dû altérer si considérablement l'allure réglementaire de celui de septembre. Je dirai, en passant, que le P. Viñez, pour bien établir qu'en me faisant cette concession ([1]) il conservait quant au reste la vieille foi météorologique, saisit cette occasion pour m'adresser des critiques un peu acerbes. Heureusement je puis me dispenser d'y répondre, car M. E. Hayden, chef du Bureau météorologique maritime annexé au Service hydrographique des États-Unis, l'a fait pour moi, dans sa lettre du 6 octobre dernier au directeur du *Diario de la Marina*, en termes auxquels j'aurais peu de chose à ajouter.

» Cette discussion, publiée tout au long par le Journal maritime de la Havane et par le Journal météorologique américain ([2]), est du plus haut intérêt. D'un côté, le P. Viñez, ayant remarqué qu'un second cyclone (dont la marche a été régulière) s'était montré à quelques jours de là, les 6, 7, 8 septembre sur les îles Bahama, puis en Floride et sur les contrées du sud des États-Unis, a pensé que c'était ce cyclone qui avait dû exercer, par sa partie supérieure, une forte répulsion sur la partie supérieure du précédent et par ainsi imprimer à celui-ci l'énorme déviation si funeste à l'île de Cuba et à la Veracruz; de l'autre côté, M. Everett Hayden réfute cette explication et en propose une autre plus conforme aux études faites dans le service qu'il dirige, relativement à l'influence que les aires de haute pression paraissent exercer sur les basses pressions et en particulier sur les cyclones.

» Quoi qu'il en soit, l'objet principal de cette Note est de faire remarquer que ce phénomène si frappant n'est pas unique jusqu'ici, comme on le croit en Amérique. Personne en France n'a oublié le cyclone d'Aden, qui a englouti notre pauvre aviso *le Renard*, l'*Augusta* de la marine militaire allemande, deux vapeurs anglais, le vaisseau turc *Fetul Bahri*, etc., et qui a été si bien étudié par M. l'amiral Cloué ([3]). Or ce cyclone a subi précisément une déviation analogue à celle du récent cyclone de Cuba. Au cours

---

([1]) On peut voir à ce sujet, dans les *Comptes rendus* du 6 août 1888, ma Note *Sur une évolution récente des météorologistes relativement aux mouvements giratoires*.

([2]) *Supplement to the American meteorological Journal*, oct. 1888.

([3]) Voir *L'ouragan de juin 1885 dans le golfe d'Aden*, par le vice-amiral Cloué, membre du Bureau des Longitudes. Imprimerie Nationale, 1886.

de sa marche régulière vers l'ouest, il a légèrement décliné au sud, au lieu de décliner peu à peu au nord, et paraît s'être dissipé comme ce dernier avant d'avoir fourni toute sa carrière. La déviation est beaucoup moins considérable, il est vrai, mais elle est réelle d'après le travail de l'amiral Cloué. Ce travail a été repris avec quelques documents nouveaux par l'observatoire de la marine allemande : les nouveaux résultats, peu différents des premiers, confirment cette déviation et lui assignent même une valeur un peu plus forte.

» On doit à l'amiral Cloué un fait intimement lié sans doute au phénomène qui nous occupe. Le cyclone d'Aden ne s'est pas dilaté comme le font tous les cyclones en avançant sur leur trajectoire : il s'est au contraire considérablement rétréci. De là la remarque suivante de l'Amiral :

» Peut-être cette diminution de diamètre vient-elle de ce que le cône renversé qui formait le cyclone s'élevait de plus en plus dans l'atmosphère, en sorte que la section au niveau de la mer devenait de plus en plus petite. L'ouragan a peut-être pris fin comme une simple trombe.

» Il serait bien curieux, bien instructif, d'étudier à ce point de vue le cyclone de Cuba, mais j'ignore si les renseignements, fournis par les navigateurs de Cuba à la Veracruz, suffisent pour cela. Par contre, le manque d'observations en Arabie ne nous permet pas d'y vérifier l'hypothèse du P. Viñez sur l'existence d'un cyclone perturbateur, ni celle de M. E. Hayden sur l'influence déviatrice d'une aire de haute pression.

» Sans entrer dans cette discussion, je me bornerai à faire remarquer que les fleuves supérieurs allant de l'équateur aux pôles, suivant une trajectoire d'abord tangente à la zone équatoriale, au sein et aux dépens desquels les cyclones prennent évidemment naissance, sont comme les déversoirs latéraux d'un vaste courant équatorial chargé de cirrus qui marchent vers l'ouest tout autour du globe, mais en oscillant un peu, tantôt au sud, tantôt au nord suivant les saisons, et ces dérivations vers les deux pôles peuvent subir en outre, malgré leur régularité habituelle, qui tient à ce que les accidents inférieurs de l'atmosphère ne se répercutent guère à ces hauteurs, des influences locales dues à des dénivellations accidentelles des couches supérieures. En ce sens, l'idée de M. E. Hayden aurait quelque chose de séduisant s'il était établi que les aires de haute pression, dessinées en bas par le baromètre, exercent une action de ce genre bien au-dessus des plus hautes cimes de montagnes, jusque dans la région des cirrus. Mais, n'ayant pas eu l'occasion d'étudier cette hypothèse d'après les faits, je ne puis que la mentionner ici. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la valeur d'une fraction continue finie et purement périodique*. Note de M. **Sylvester**.

« On sait que la valeur de la fraction purement périodique infinie (t^∞), où t est un type (c'est-à-dire une succession) d'éléments quelconques, est la racine positive de l'équation

$$(1) \qquad [`t]x^2 - ([t] - [`t'])x - [t'] = 0.$$

» Cela conduit naturellement à la question de trouver la valeur de la fraction continue analogue périodique mais finie (t^n).

» Avec l'aide de notre formule donnée dans une Note précédente, qui sert à exprimer un cumulant à un type composé de i types partiels comme une somme de 2^{i-1} produits des i cumulants partiels et leurs dérivées simples et doubles, on peut résoudre cette question sans aucune difficulté.

» On a

$$(t^n) = \frac{[t^n]}{[`t^n]} = \frac{[t^n]}{[`t\,t^{n-1}]}.$$

Soient

$$[t^n] = u_n, \qquad [`t\,t^{n-1}] = `tv_n,$$

on trouve que v_n sera une fonction entière et l'on établit, au moyen de la formule citée, entre u_n et v_n les équations aux différences

$$u_n - au_{n-1} - Bu_{n-2} = cBv_{n-2}, \qquad v_{n-1} - cv_{n-2} = u_{n-2},$$

où

$$a = [t], \qquad B = [`t][t'], \qquad c = [`t'].$$

Donc

$$Bv_{n-1} = u_n - au_{n-1},$$
$$av_n + (B - ac)v_{n-1} = u_n = v_{n+1} - cv_n,$$
$$v_{n+1} - (a + c)v_n + (-)^{\mu-1}v_{n-1} = 0$$

[car $B - ac = (-)^{\mu-1}$, μ étant le nombre d'éléments en t].

» Conséquemment, par un principe bien connu, v_n et u_n seront les coef-

ficients de k^n dans le développement d'une fraction de la forme

$$\frac{A + Bk}{1 - (a + c)k - \varepsilon k^2},$$

où $\varepsilon = (-)^\mu$, A et B étant convenablement déterminés pour l'un et pour l'autre cas.

» Or

$$u_0 = 1, \qquad u_1 = a,$$
$$v_0 = 0, \qquad v_1 = 1.$$

Donc u_n est le coefficient de k^n en $\frac{1 - ck}{1 - (a + c)k - \varepsilon k^2}$ et v_n le coefficient de k^n en $\frac{k}{1 - (a + c)k - \varepsilon k^2}$, de sorte que, si l'on écrit

$$\Phi_n(x) = x^n + (n - 1)\varepsilon x^{n-2} + \frac{(n - 2)(n - 3)}{2}\varepsilon^2 x^{n-4} + \ldots$$

jusqu'au premier terme qui devient zéro, on aura

$$v_n = \Phi_{n-1}(a + c)$$

et

$$u_n = \Phi_n(a + c) - c\Phi_{n-1}(a + c).$$

» Ainsi l'on voit que

$$(t^n) = \frac{(\Phi_n - [{}^\backprime t']\Phi_{n-1})(a + c)}{[{}^\backprime t]\Phi_{n-1}(a + c)}.$$

» On peut aussi exprimer u_n et v_n au moyen des racines de l'équation

$$m^2 - ([t] + [{}^\backprime t'])m - \varepsilon = 0,$$

dont on remarquera que le déterminant $\frac{1}{4}([t] + [{}^\backprime t'])^2 + \varepsilon$ est le même que celui de l'équation (1), puisque

$$\tfrac{1}{4}([t] - [{}^\backprime t'])^2 + [{}^\backprime t][t'] = \tfrac{1}{4}([t] + [{}^\backprime t'])^2 + \varepsilon;$$

car, en supposant que ρ et σ sont les deux racines, on aura

$$\frac{u_n}{v_n} = \frac{A\rho^n - B\sigma^n}{\rho^n - \sigma^n},$$

où A, B sont des quantités connues; et, en supposant que $\rho^2 => \sigma^2$, on aura $\frac{u_\infty}{v_\infty} = A$ et $(t^\infty) = \frac{A}{'t}$, laquelle valeur on identifiera facilement avec la racine positive de l'équation

$$['t]x^2 - ([t] - ['t'])x - [t'] = 0.$$

» Si l'on suppose que les éléments de t sont m en nombre et tous identiques avec l'unité, on aura

$$['t] = [1^{m-1}], \qquad ['t^n] = [1^{mn-1}],$$

et l'on obtient la formule peut-être nouvelle

$$\frac{\Phi_{mn-1}(1)}{\Phi_{m-1}(1)} = \Phi_{n-1}(\Psi_m),$$

où $\Psi_m = \Phi_m(1) + \Phi_{m-2}(1)$.

» Si l'on suppose que m est impair, ε sera positif et Ψ_m prendra la forme

$$1 + m + m\frac{m-3}{2} + m\frac{(m-4)(m-5)}{2.3} + \ldots,$$

en s'arrêtant au premier terme qui devient zéro.

» Cette formule donne naissance à un corollaire intéressant. Supposons que la somme de deux termes séparés par un seul dans la série *phyllotactique* 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ... est un nombre premier p. Soit m, $m-2$ l'ordre de ces deux termes; alors je dis que le quotient du nombre de l'ordre $mi-1$ par celui de l'ordre $m-1$ (nombre toujours entier) par rapport au module p sera congru à l'unité si i est impair et à zéro si i est pair; de plus, dans ce dernier cas où $i = 2j$, le quotient de ce quotient divisé par p sera congru à $(-)^j(j+1)$ par rapport au même module p.

» On pourrait tirer sans doute d'autres théorèmes analogues, mais apparemment moins simples, au moyen de l'équation

$$[t^n] = \Phi_n[t] - [t']\,\Phi_{n-1}[t].$$

» C'est une chose qu'on n'avait nul droit (*a priori*) d'attendre que le quotient $['t^n] \div ['t]$, au lieu d'être une fonction rationnelle et entière de quatre quantités $[t]$, $['t]$, $[t']$, $['t']$ ou (ce qui est équivalent) rationnelle et fractionnelle de $[t]$, $['t]$, $[t']$, est en effet une fonction rationnelle et

entière d'une seule quantité, savoir de $[t] + [t']$, c'est-à-dire est un nombre *phyllotactique* affecté ou paramétrique, nom qu'on peut convenablement donner à la valeur de $[x^n]$, où x est monomial et entier, $[1^n]$ prenant alors le nom de *nombre phyllotactique simple* ou *unitaire*. »

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie du premier Volume d'un « Traité d'Optique » qu'il vient de publier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Lucas** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Force et mouvement. Loi du sinus dans l'intensité des forces appliquées ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Paul Sabaté** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Théorie dynamique de l'Électricité ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Édouard Salomon** soumet au jugement de l'Académie des « Recherches expérimentales sur le moyen d'assurer l'innocuité du sublimé comme désinfectant ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice de M. *Brioschi* sur la vie et les travaux de *Georges-Henri Halphen*. (Extrait des « Comptes rendus de l'Académie royale des Lincei ».)

2° Les « Éléments de Statique graphique » de M. *Eugène Rouché*. (Présentés et analysés par M. Maurice Lévy.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** fait savoir que la réunion générale de clôture du Congrès des Sociétés savantes aura lieu, sous sa présidence, le 15 juin courant, à la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'élasticité des solides.* Note de M. **É.-H. Amagat.**

« J'ai appliqué à plusieurs métaux la méthode décrite dans ma Note du 15 octobre dernier, relative au cristal; j'ai aussi appliqué à ces mêmes corps la méthode de Wertheim; l'appareil qui m'a servi est le même que pour le verre et le cristal, les mêmes précautions ont été prises; j'ai seulement ajouté un dispositif permettant de mesurer l'allongement des cylindres directement avec des vis micrométriques et d'une façon tout à fait indépendante des mouvements de l'appareil.

» Les calculs par les deux méthodes se font au moyen des trois relations

$$\alpha = \frac{dL}{LP}, \tag{1}$$

$$dV = \alpha(1 - 2\mu)PV \tag{2}$$

et

$$dV = \alpha \frac{R^2(5 - 4\mu)}{R^2 - R_0^2} PV, \tag{3}$$

la première méthode correspondant au groupement des relations (2) et (3), et la seconde à celui des relations (1) et (2).

» La relation (2), qui donne en bloc la valeur de $\alpha(1 - 2\mu)$, et par suite celle du coefficient de compressibilité cubique $k = 3\alpha(1 - 2\mu)$, est commune aux deux méthodes : c'est pour cela que ce coefficient n'a été inscrit qu'une fois au tableau des résultats qui donne pour α et μ les deux séries de valeurs fournies par les deux méthodes.

» Les cylindres d'acier, de cuivre et de laiton ont été percés et travaillés au tour dans des barreaux spécialement faits et recuits dans ce but : ce sont (de même que pour le métal Delta) des cylindres aussi réguliers que possible. Le plomb n'a pu être travaillé de la même façon; j'ai dû me contenter d'un tuyau, le plus régulier que j'aie pu trouver, et que j'ai fait soigneusement redresser avec un mandrin d'acier.

» Voici l'ensemble des résultats obtenus à une température moyenne de 12° :

	Coefficient de Poisson μ.			Coefficient de compressibilité cubique.	Coefficient d'élasticité $\left(\frac{1}{\alpha}\right)$.		
	Première méthode.	Seconde méthode.	Moyennes.		Première méthode.	Seconde méthode.	Moyennes.
Verre	0,2451	»	0,2451	0,00002197	6775	»	6775
Cristal	0,2499	»	0,2499	0,00002405	6242	»	6242
Acier	0,2694	0,2679	0,2686	0,00000680	20333	20457	20395
Cuivre	0,3288	0,3252	0,3270	0,00000857	11979	12312	12145
Laiton	0,3305	0,3236	0,3275	0,00000953	10680	11022	10851
Métal Delta	0,3333	0,3468	0,3399	0,00001021	12054	11331	11697
Plomb	0,4252	0,4313	0,4282	0,00002761	1626	1493	1556

» La concordance entre les résultats obtenus par les deux méthodes est satisfaisante, surtout si l'on tient compte des nombreuses difficultés de ce genre de recherches et, en particulier avec les métaux mous, de la difficulté d'éviter les déformations permanentes qui, forçant à restreindre la limite des déformations temporaires, diminuent d'autant la sensibilité des méthodes. La plus grande différence porte précisément sur le coefficient d'élasticité du plomb, mais elle peut être attribuée en grande partie à ce que le cylindre est moins régulièrement cylindrique que les autres.

» Sans entrer ici dans l'examen des nombreuses recherches faites en vue de déterminer la valeur du coefficient de Poisson, je rappellerai seulement que la question est de savoir si ce coefficient est le même pour tous les solides isotropes, et dans ce cas, si sa valeur est 0,25, conformément aux recherches théoriques de de Saint-Venant, ou bien 0,33, ainsi que Wertheim l'a conclu dans ses expériences.

» Wertheim avait trouvé la même valeur $\mu = 0,25$ pour le verre, les métaux et même le caoutchouc; sans revenir sur les causes d'erreurs qui ont dû fausser les résultats de Wertheim, je n'hésite pas à considérer sa conclusion comme absolument inacceptable. Pour le verre et le cristal, en effet, les résultats obtenus par M. Cornu, par M. Cantone et par moi, en suivant des méthodes totalement différentes, montrent que la valeur de μ est très peu différente de 0,25. Pour le caoutchouc, ainsi que je l'ai déjà montré, le seul fait qu'une sphère de caoutchouc comprimée en même temps par l'intérieur et par l'extérieur ne subit qu'une déformation intérieure de l'ordre de grandeur de celle des métaux implique nécessairement pour μ (étant donné le coefficient d'allongement) une valeur extrê-

mement voisine de 0,50; et M. Röntgen est arrivé à la même conclusion, en mesurant, d'une façon aussi simple qu'ingénieuse, le rapport de l'allongement à la contraction transversale d'un prisme de caoutchouc; ce résultat, du reste, avait déjà été conjecturé par Sir W. Thomson.

» Si l'on considère l'ensemble des résultats consignés au Tableau, il paraît difficile d'attribuer seulement à des défauts d'isotropie les différences présentées par les valeurs de μ relatives aux différents corps; en résulte-t-il qu'il soit inexact de dire que la valeur de 0,25 soit caractéristique des solides isotropes? La question est de savoir d'abord ce que l'on entend par un corps solide; peut-on dire que le plomb soit réellement un solide? à ce point de vue, ne peut-il pas se faire que la valeur 0,25 soit une limite impliquant, chez les corps qui la possèdent, non seulement la condition d'isotropie, mais encore une autre condition de solidité, qu'on peut se proposer de chercher?

» L'ensemble des résultats montre tout de suite que la valeur de μ croît, pour les métaux, avec le coefficient de compressibilité et, pour tous les corps du Tableau, avec la facilité qu'ils présentent de subir des déformations permanentes. J'ai à peine besoin d'ajouter qu'il ne s'agit ici que de résultats obtenus dans des conditions où des déformations permanentes sensibles ne se sont point produites.

» On peut se demander si, pour chaque solide, la valeur de μ ne tendrait pas vers la limite théorique, en même temps que les déformations temporaires correspondantes tendraient vers une limite d'autant plus rapprochée de zéro que le corps serait plus mou ou se rapprocherait davantage de l'état fluide. Cette hypothèse ne paraît pas confirmée par les faits; car elle conduirait à penser que la valeur de μ ne devient sensiblement supérieure à 0,25 que quand il commence à se produire des déformations permanentes appréciables. Or les résultats que j'ai obtenus avec le plomb, le cuivre, etc., sont déduits d'expériences dans lesquelles les déformations permanentes qui peuvent avoir eu lieu n'ont pas dépassé la limite des erreurs d'observation dont on ne peut répondre.

» Il me paraît résulter de ces considérations que la valeur de μ, théoriquement égale à 0,50 pour les liquides, croît dans l'échelle des corps, en passant par tous les états intermédiaires (pâteux, visqueux, etc., et, par suite, pour un même corps passant par ces divers états) et se rapproche de 0,25, au fur et à mesure que les corps deviennent de plus en plus réfractaires aux déformations permanentes, c'est-à-dire plus parfaitement élastiques. Sans doute, aucun corps ne réalise strictement cette condition. Pour le verre, qui s'en rapproche le plus, la valeur de μ a sensiblement

atteint la limite; l'acier vient ensuite, puis le cuivre, puis le plomb; le caoutchouc est à l'autre bout de l'échelle. Le solide parfait, au point de vue qui nous occupe et pour lequel on devrait rigoureusement avoir $\mu = 0,25$, serait donc celui qui réaliserait la double condition d'être à la fois parfaitement élastique et parfaitement isotrope. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Solubilité de la saccharose dans l'eau distillée.* Note de M. **Léon Périer**, présentée par M. Chatin.

« A la suite des vendanges de l'année 1888, divers propriétaires du département de la Gironde résolurent de préparer, au moyen de marcs de raisin additionnés de sucre et remis en fermentation, une boisson destinée à remplacer les *vins de presse* et les *piquettes*. Plusieurs échantillons de sucre, que j'ai eu à examiner, m'ont permis de constater des faits qui vont être succinctement rappelés ci-dessous.

» Sous le rapport de la richesse saccharine, il existe peu de différences entre les sucres cristallisés secs que j'ai étudiés, depuis les types bruts, en petits cristaux vitreux, le plus souvent employés, jusqu'aux beaux types raffinés, en pains d'un blanc pur, choisis pour essais comparatifs. Les titres se tiennent constamment entre 97,75 et 99,25 pour 100. Ce grand rapprochement a rendu les expériences très délicates.

» Tous ces sucres, de même que ceux que j'ai reçus depuis le mois d'octobre dernier, se dissolvent, dans l'eau distillée, d'une façon identique : pour une température donnée et un volume total de 100^{cc} de liqueur, *chaque gramme augmente d'une valeur constante* (jusqu'à la quatrième décimale inclusivement), *entre* 1 *et* 45 *pour* 100 *environ, l'expression densimétrique de la dissolution;* la marche paraît moins régulière de 45 à 90 pour 100 (maximum de solubilité à froid) et dans les solutions sursaturées comprises entre 90 et 100, parce qu'il y a *un abaissement sensible de la valeur arithmétique primitive entre deux termes consécutifs, dès le titre de* 45, et que cette nouvelle valeur, qui porte sur la quatrième décimale, ne cesse de baisser légèrement jusqu'à 55 pour 100.

» *Exemple* (1). — De 1 à 45 (env.), $\frac{0,0194}{5} = 0,00388$; de 45 à 50, $\frac{0,0186}{5} = 0,00372$; de 55 à 100, $\frac{0,0182}{5} = 0,00364$.

(1) D'après un Tableau dressé de 5^{gr} en 5^{gr}.

» Nonobstant ces modifications, il est toujours facile de construire le Tableau des densités, entre 1 et 40 d'une part, et 55 et 100 d'autre part, en prenant, dans chaque série, les densités de deux termes quelque peu distants. Chaque différence donne le coefficient cherché, étant donnés des intervalles égaux.

» *Exemple.* — Densité 20 pour 100 (1,0775), déduite de densité 25 pour 100 (1,0968) = 0,0193; 0,0193 : 5 = 0,00386.

» Densité 60 pour 100 (1,2289), moins densité 55 pour 100 (1,2107) = 0,0182; 0,0182 : 5 = 0,00364.

» Les titres pondéraux des sucres et les densités correspondantes sont encore fournis, très approximativement, jusqu'à la troisième décimale et quelquefois jusqu'à la quatrième entre 1 et 45 pour 100, par l'*expression densimétrique d'une dissolution à* 10 *pour* 100 (obtenue par la méthode du flacon), *réduite à ses quatre premières décimales, abstraction faite de l'unité, et divisée par* 10. Réciproquement, *la division des quatre décimales d'une densité par le coefficient ci-dessus* (*coefficient décime*) *reproduit pratiquement le titre de la dissolution.*

» *Exemple.* — Densité 10 pour 100 (1,0388) — 1000 = 0,0388; $\frac{0,0388}{10} \times 45 = 0,1746$; 0,1746 + 1000 = densité à 45 pour 100 (1,1746).

» On ajoute ici l'unité d'abord soustraite.

» Densité 1,1746 — 1000 = 0,1746; 0,1746 : $\frac{0,0388}{10}$ = titre 45 pour 100.

» On retranche ici constamment l'unité.

» Le titre de 50 pour 100 donne, par la méthode de calcul qui vient d'être indiquée, un coefficient plus général que celui que l'on obtient au moyen du titre 10 pour 100. La différence entre ce *coefficient moyen* et le *coefficient premier* (tiré du poids de 1^{gr}) permet d'établir, par progression arithmétique, avec valeur négative de 1 à 45 et valeur positive au delà de ce point, la série entière des densités de la dissolution.

» L'écart entre les nombres obtenus pratiquement et ceux qui résultent de la multiplication du *coefficient premier* s'accentue de plus en plus à mesure que la dissolution se concentre, et cet écart, qui est toujours au détriment de la valeur expérimentale, tient en majeure partie à l'humidité et aux impuretés de l'échantillon. On conçoit parfaitement qu'une prise d'essai contenant 1^{mgr} d'eau par gramme ne doit donner en réalité, pour 1000^{gr}, que la densité correspondant à 999^{gr} de matière sucrée. J'ai vérifié le fait sur divers sels hydratés, comme le sulfate de magnésie, etc.

» Enfin, dans la dissolution rapide, avec agitation, d'une forte quantité

de sucre (50 pour 100), il se produit des phénomènes thermiques, qui sont rappelés ici pour simple mémoire et qui semblent occasionnés par le frottement moléculaire. Le sucre candi donne une élévation notable de température, que l'on ne peut attribuer à la formation d'un hydrate. Les résultats donnés par le sucre ordinaire sont douteux encore.

» La concordance entre la théorie et la pratique, jusqu'à la troisième décimale inclusivement, dans l'essai des sucres cristallisés mis en dissolution peu concentrée, trouvera son application dans l'Industrie et dans la Chimie analytique, pour contrôler les liqueurs titrées et les appareils d'Optique.

» Le coefficient décime de la saccharose pure étant exactement déterminé, il sera facile d'établir une Table donnant le titre des sucres cristallisés, et de trouver aussi, par différence des coefficients correspondants, la quantité de glycose mélangée à ces sucres.

» La glycose suivant, dans sa dissolution, une marche analogue à celle de la saccharose, on peut substituer la précision du densimètre aux indications vagues du gleucomètre, dans l'essai et le cuvage des moûts de raisin, etc., après correction de la densité moyenne des liqueurs expurgées de matière sucrée et suivant une Table actuellement en préparation, ainsi que celle des densités relatives au titrage de la saccharose et de la glycose.

» Chaque échantillon de sucre cristallisé ayant son coefficient spécial de solubilité, les indications données par les auteurs ne sont réellement applicables qu'au type ayant servi aux essais. C'est pour cela que ces indications paraissent contenir des erreurs, et que les erreurs, apparentes d'abord, deviennent réelles par application littérale des nombres trouvés.

» De plus, la densité d'une dissolution sucrée à un titre quelconque ne peut jamais être supérieure à l'expression du coefficient premier multipliée par le titre lui-même, contrairement à ce que l'on rencontre dans quelques travaux (Tables de Belling et de Brix). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la rectification de l'alcool* [1].
Note de M. **E. Sorel**.

« L'équation (2) peut s'écrire sous la forme

$$\frac{ds}{s\,dt}(kp - \mathrm{P}) = (1 - k)\frac{dp}{dt} - p\frac{dk}{dt}.$$

[1] *Voir* séance du 27 mai 1889.

» Appelons X le poids des vapeurs sortant du plateau supérieur de la colonne, Y le poids des reflux fournis par l'analyseur, X — Y sera le poids des vapeurs sortant de l'analyseur. Désignons, d'autre part, par A le poids d'alcool absolu sortant de l'analyseur, par U le titre des vapeurs sortant de l'analyseur, et écrivons que le régime est permanent :

$$p\left(1-\frac{P}{p}\right)=p-P=X-Y=\frac{A}{U}.$$

» Notre équation se ramène donc à

$$\frac{ds}{s\,dt}\left(k-\frac{P}{p}\right)=\frac{1-k}{1-\frac{P}{p}}\frac{d\frac{P}{p}}{dt}-\frac{dk}{dt}$$

ou, posant $1-k=B$, $1-\frac{P}{p}=C$,

$$\frac{ds}{s\,dt}(C-B)=-\frac{B}{C}\frac{dC}{dt}+\frac{dB}{dt}. \tag{3}$$

» Lorsque le taux des impuretés est très faible, $\frac{P}{p}$ ne dépend que des constantes physiques de l'alcool, et, comme le lotissement des impuretés ne devient délicat qu'au moment du passage de moyens goûts aux bons goûts, et inversement, nous pouvons étudier un cas limite, celui où la valeur de P devient indépendante des impuretés, vu leur faible quantité, et où les plateaux ne contiennent que de l'eau alcoolisée.

» Appelons T_t le taux pour 100 en poids d'alcool dans le liquide bouillant à $t°$, U_t le taux pour 100 dans les vapeurs dégagées par ce liquide, μ_t la chaleur de mélange de l'alcool bouillant à $t°$, λ_t sa chaleur latente de vaporisation, c_t sa chaleur spécifique moyenne de 0° à $t°$; donnons à μ, λ, c l'indice t_1, pour l'alcool ayant pour teneur U_t [1], et écrivons :

» 1° Que tout l'alcool absolu entrant dans l'étage doit en sortir

$$PT_t+pU_t=(p+dp)U_{t+dt}+(P-dp)T_{t-dt}; \tag{3}$$

» 2° Que, si la disposition de l'appareil permet (ce qui est toujours réa-

---

(1) J'ai emprunté les valeurs de U et T aux Tables très complètes de Groning; celles de μ sont obtenues par interpolation des données publiées par Dupré et Page (*Jahr. f. Ch.*, 1869, p. 95); celles de c, par interpolation des données publiées par Jamin et Amaury (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 1237); celles de λ, par interpolation des Tables de Regnault. Ce sont, du reste, les valeurs de $\frac{d\lambda}{dt}$ qui jouent le rôle le plus important.

lisable) de négliger la chaleur perdue par rayonnement, les calories importées et exportées doivent être égales :

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &[P(-\mu_t + c_t t) + p(\lambda_{t_1} - \mu_{t_1} + c_{t_1} t) \\ &\quad = (p + dp)(-\mu_{t_1+dt} + \lambda_{t_1+dt} + c_{t_1+dt}) \\ &\qquad + (P - dp)(-\mu_{t-dt} + c_{t-dt})(t - dt)]. \end{aligned}\right.$$

» Identifiant les deux valeurs de $\frac{dp}{dt}$ tirées de ces équations, il vient

$$(5)\quad \frac{P}{p} = \frac{(U_t - T_t)\left(-\frac{d\mu_1}{dt} + t\frac{dc_1}{dt} + c_{t_1} + \frac{d\lambda_1}{dt}\right) + \frac{dU}{dt}[\mu_{t_1} - \mu_t + (c_t - c_{t_1})t - \lambda_{t_1}]}{(U_t - T_t)\left(-\frac{d\mu}{dt} + t\frac{dc}{dt} + c_t\right) + \frac{dU}{dt}[\mu_{t_1} - \mu_t + (c_t - c_{t_1})t - \lambda_{t_1}]}.$$

» De cette équation on déduit le Tableau suivant :

Température.	C.	$\frac{dC}{C\,dt}$.	Température.	C.	$\frac{dC}{C\,dt}$.
85° C.......	0,31	−0,80	79°,8 C........	0,827	+
84..........	0,53	−0,37	79,6..........	0,826	»
83..........	0,67	−0,16	79,4..........	0,823	+ 0,04
82..........	0,76	−0,08	79,2..........	0,78	+ 1,08
81..........	0,814	−0,04	79............	0,41	+ 6,19
80,1........	0,829	0	78,8..........	0,09	+38,46
80..........	0,828	»	»	»	»

» J'ai arrêté cette Table à la température de 78°,8, parce qu'au delà les erreurs d'interpolation se traduisent par des variations énormes dans les valeurs de C et $\frac{dC}{C\,dt}$. Il convient, du reste, de remarquer que, pour les températures comprises entre 78°,8 et 78°,5, le terme C devient presque nul, et que $\frac{dC}{C\,dt}$ croît, par suite, encore.

» Ainsi C et $\frac{dC}{C\,dt}$ pour l'alcool, de même que B pour une impureté déterminée, sont uniquement fonction de la température de l'étage considéré.

» Le terme $\frac{dC}{C\,dt}$ devenant très grand subitement, lorsque la concentration approche du maximum, tandis que $\frac{dB}{dt}$ varie fort peu au voisinage du maximum de concentration, c'est le terme $-\frac{B\,dC}{C\,dt}$ qui finit par donner son signe au second membre de l'équation (3). Autrement dit, dès que l'on

approche du maximum de concentration de l'alcool, $\frac{dC}{C\,dt}$ étant positif, la fonction $\frac{ds}{dt}$ a pour signe le signe de $-B(C-B)$ ou de $(k-1)\left(k-\frac{P}{p}\right)$.

» Or l'expérience montre que, si l'on cherche à éliminer de l'alcool très concentré, par distillation simple, les impuretés qui caractérisent les moyens goûts, il est impossible d'y réussir pour la plupart d'entre elles, c'est-à-dire que k est plus petit que 1, dès que l'alcool approche du maximum de concentration; donc le signe de la fonction est celui de $-\left(k-\frac{P}{p}\right)$. Ainsi $\frac{ds}{dt}$ sera négatif, c'est-à-dire que l'on fera passer dans l'alcool de tête l'impureté considérée, lorsque k sera plus grand que $\frac{P}{p}$. On aura une impureté passant dans les queues, lorsque k sera plus petit que $\frac{P}{p}$.

» Plus la concentration sera grande, plus $\frac{P}{p}$ sera voisin de 1; par suite, plus faible sera le nombre des impuretés de tête, plus parfait sera donc le lotissement et plus grande la quantité d'alcool relativement exempte des deux genres d'impuretés. En même temps, plus $C-B$ sera petit, plus $\frac{ds}{dt}$ sera grand, plus, par suite, l'influence de chaque étage sera sensible. Au contraire, dans les étages où l'alcool sera peu concentré, il y aura interversion du signe de $\frac{ds}{dt}$ pour les impuretés auxquelles correspondra encore une valeur de k plus petite que l'unité; celles-ci passeront donc avec les produits de tête et, par suite, la rectification, si la concentration n'est pas très grande, sera insuffisante, parce que le nombre d'étages utilisés pour la séparation sera d'autant plus réduit que l'interversion se produira plus près du dernier étage supérieur.

» Il me reste à montrer comment on peut vérifier ces données théoriques et quelles modifications pratiques on en peut déduire.

» Je me borne aujourd'hui à noter que le changement brusque du terme $\frac{dC}{C\,dt}$ provient d'une diminution très rapide de la différence $U-T$, c'est-à-dire est dû à l'apparition d'un de ces pseudo-hydrates dont M. Duclaux (*loc. cit.*) a expliqué la formation. On peut donc prévoir que les mêmes phénomènes se vérifieraient dans la rectification de mélanges analogues d'eau et de produits volatils capables de donner ces pseudo-hydrates. »

GÉOLOGIE. — *Érosions éoliennes.* Note de M. **Contejean**, présentée par M. Daubrée.

« Dans un récent voyage en Grèce, j'ai pu observer un curieux exemple d'érosion éolienne à ajouter à la liste de ceux que l'on connaît déjà.

» L'ancienne Corinthe occupait un plateau presque horizontal, brusquement terminé du côté du golfe par une petite falaise pliocène d'un grès sableux friable, supportant une assise de calcaire très dur. Un amphithéâtre antique, de modestes dimensions, creusé dans le plateau à une quinzaine de mètres du bord de l'escarpement, communique avec la plaine maritime par une caverne largement béante des deux côtés, au-dessus de laquelle le banc calcaire forme un pont naturel. Cette caverne existe dans la couche sableuse du pied de la falaise; elle a 7^m à 8^m au moins de largeur à son entrée principale et 2^m ou 3^m au plus de hauteur; le sol en est très inégal, et les parois, fortement et irrégulièrement corrodées, ne portent nulle part les traces du travail de l'homme. Comme il est impossible que la pluie ou les eaux courantes aient produit ce singulier tunnel, on ne peut en expliquer l'origine qu'en admettant qu'il a été creusé, dans un endroit de moindre résistance, par le vent du nord, auquel se trouve exposée en plein la falaise. Au moment même où je la visitais, ce vent, qui a presque la violence de notre mistral, faisait tourbillonner la poussière dans les champs, et détachait de la couche de grès des parcelles de sable dont il fallait se garantir les yeux.

» Toute la falaise est plus ou moins profondément rongée à son pied, et le banc calcaire surplombe fortement, en même temps que ses débris forment une ligne continue de blocs précipités au bas de l'escarpement. Plusieurs portent des entailles et conservent les marques des aires carrées qui servaient d'assise aux anciennes habitations : preuve sans réplique du retrait incessant du rocher, retrait que j'attribue presque exclusivement à l'érosion éolienne, car le vent du nord est extrêmement sec en Grèce, et, s'il convient de faire la part des autres agents météoriques, on doit au moins exclure la pluie. Les mêmes couches pliocènes se continuent plus loin au sommet des collines qui bordent sur une grande étendue le rivage de l'Achaïe, et dont le pied est encombré d'énormes entassements de blocs précipités.

» Je ne dois pas omettre d'ajouter que les mouvements du sol ont contribué, pour une large part, à l'œuvre de démolition. Le fait a d'ailleurs été signalé. Les secousses se produisent si fréquemment en Péloponèse, qu'on y fait à peine attention. Le 17 septembre de l'année dernière, je pus voir, près de la gare d'Aigia, qui avait elle-même beaucoup souffert, plusieurs maisons renversées par un tremblement de terre survenu deux ou trois jours auparavant, et dont je n'ai trouvé la mention nulle part : désastre tout local, comme celui d'Ischia ; car, si l'on a ressenti la commotion à Patras et à Corinthe, qui sont tout près, on ne s'est douté de rien à Nauplie, où je me trouvais alors. »

Le P. **Denza** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. *Fouqué*, des documents sur les tremblements de terre du 30 mai 1889.

« Le jour du tremblement de terre qui a récemment ébranlé à $8^h 35^m$ du soir le nord-ouest de la France, on a senti de légères secousses en Italie. Elles ont été perçues à Sinigaglia à $3^h 30^m$ de l'après-midi. A Moncalieri les instruments de l'observatoire de Physique terrestre ont indiqué des secousses lointaines à $11^h 20^m$ du soir.

» Le 7 juin, on a senti, à $0^h 57^m$ du matin, à Gênes, une légère secousse ondulatoire dirigée du nord-ouest au sud-est. Une autre secousse a été sentie à Sienne à $10^h 45^m$ du soir, suivie, après huit ou dix minutes, d'une autre plus forte, accompagnée d'un grondement souterrain. A Moncalieri, les instruments séismiques ont donné le même jour, à $8^h 15^m$ du matin, des traces de secousses. »

M. **Tissot** adresse, de Mâcon, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la bibliothèque de l'Institut, trois Tables de logarithmes manuscrites : Logarithmes linéaires des nombres, logarithmes des tangentes et logarithmes des sinus.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie présente, par l'organe de son Doyen, M. *Fremy*, la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Chevreul*.

En première ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. **Armand Gautier.** M. **Moissan.**
En deuxième ligne	M. **Grimaux.**
En troisième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. **Ditte.** M. **Jungfleisch.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 juin 1889.

Traité de Mécanique; par Édouard Collignon; deuxième Partie : *Statique*. Paris, Hachette et Cie, 1889; 1 vol. in-8°.

Les étoiles filantes et les pierres qui tombent du ciel; par Amédée Guillemin. Paris, Hachette et Cie, 1889; 1 vol. in-16.

L'œuvre de C.-J. Davaine. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. in-8°.

Étude sur l'infection puerpérale, la phlegmatia alba dolens *et l'érysipèle; par* le Dr Fernand Widal. Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. in-8°. (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Des aconits et de l'aconitine; par le Dr J.-V. Laborde et H. Duquesnel. Paris, G. Masson, 1883; 1 vol. in-8°. (Envoyé au concours Martin-Damourette.)

Le colchique et la colchicine; par le Dr J.-V. Laborde et A. Houdé. Paris, G. Steinheil, 1887; 1 vol. in-8°. (Envoyé au concours Martin-Damourette.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Résultats numériques obtenus dans l'étude de la réflexion vitreuse et métallique des radiations visibles et ultra-violettes.* Note de M. A. **Cornu**.

« Les méthodes d'observation décrites précédemment (p. 917) m'ont donné les divers résultats que je vais brièvement exposer :

» 1° *Le coefficient d'ellipticité* (ε *de Cauchy*) *des substances vitreuses croît avec la réfrangibilité des radiations réfléchies.*

» Ce résultat, auquel j'attache une grande importance, paraît avoir échappé aux divers expérimentateurs qui ont étudié la réflexion vitreuse : il est en contradiction avec la théorie de Cauchy, où le coefficient d'ellipticité figure comme une constante spécifique. Il est, au contraire, d'accord avec la théorie proposée dès 1872 par M. Potier [1], théorie suivant laquelle

---

[1] *Congrès de Bordeaux* (*Association française*), p. 308; *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 617, et t. CVIII, p. 599.

ce coefficient doit varier en raison inverse de la longueur d'onde : les valeurs numériques données ci-après satisfont très approximativement à cette loi.

» 2° *Pour certains corps vitreux dont le coefficient d'ellipticité relatif aux radiations visibles est déjà élevé, la loi de variation de la phase avec l'incidence se déforme dans l'ultra-violet, de manière à passer graduellement de la loi caractérisant la réflexion vitreuse à celle qui caractérise la réflexion métallique : ce passage graduel à la réflexion métallique apparaît toujours lorsque le pouvoir absorbant devient considérable.*

» 3° *Inversement, les substances offrant les caractères de la réflexion métallique pour des radiations qu'elles absorbent énergiquement tendent à acquérir ceux de la réflexion vitreuse pour les radiations correspondant à un minimum d'absorption.*

» Ces derniers résultats, aperçus dans quelques cas particuliers par plusieurs physiciens opérant dans l'intervalle du spectre visible (Stokes, Van der Villigen, E. Wiedemann), prennent le caractère d'une loi générale lorsqu'on étend les observations de l'extrême rouge à l'ultra-violet.

DONNÉES NUMÉRIQUES.

» *Remarque préliminaire.* — Le phénomène de la réflexion de la lumière polarisée est extrêmement délicat en ce sens qu'il est influencé par la moindre altération physique ou chimique de la surface réfléchissante, et même par un dépôt presque invisible de matière étrangère. Aussi est-il nécessaire, pour obtenir une concordance satisfaisante dans les déterminations des coefficients d'ellipticité, d'opérer dans un intervalle de temps très court et autant que possible par observations croisées : autrement, on s'expose à rencontrer des anomalies qui, avec certaines substances, peuvent devenir énormes. En raison de ces difficultés, les valeurs numériques qui suivent ne doivent être considérées que comme provisoires et destinées seulement à vérifier la marche générale des phénomènes.

» Les Tableaux ci-après contiennent les valeurs des éléments suivants :

» La *longueur d'onde* λ de la radiation réfléchie;

» L'*incidence principale* δ ou celle qui correspond à une différence de phase φ égale à $\frac{1}{4}$ entre les deux composantes vibratoires réfléchies;

» Le *coefficient* H calculé d'après la relation empirique entre φ et i

$$H = \sin(\delta - i)\cot 2\pi\left(\varphi - \tfrac{1}{4}\right)$$

au voisinage de l'incidence principale;

» Le *coefficient* k, rapport minimum des deux composantes de la vibration elliptique réfléchie : il correspond sensiblement à l'incidence principale;

» Le *coefficient d'ellipticité* ε de Cauchy calculé par la formule $H = \varepsilon \sin^2 \mathfrak{I}$;

» Le *produit* $2k \cos \mathfrak{I}$ qui doit être égal à ε (ainsi que je le démontrerai prochainement) lorsque ε est très petit devant l'unité.

» *Sélénium.* — C'est l'une des substances les plus remarquables comme offrant la transition entre les phénomènes de réflexion vitreuse et métallique. On donne au sélénium une surface réfléchissante très parfaite par fusion et moulage sur une lame de quartz poli (*Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. VII, p. 58); on évite ainsi les difficultés et les inconvénients du polissage artificiel. Récemment fondu, le sélénium présente un coefficient d'ellipticité croissant depuis 0,010 pour le rouge jusqu'à l'énorme valeur 0,223 pour l'ultra-violet ($\lambda = 280$) : on peut donc dire que le sélénium, vitreux à l'égard des rayons rouges pour lesquels il est transparent, est véritablement métallique à l'égard des radiations ultra-violettes qu'il absorbe énergiquement; car, dans ce dernier cas, la loi de variation de la phase avec l'incidence est extrêmement voisine de celle des métaux.

» Avec le temps, la surface du sélénium se modifie : les coefficients d'ellipticité paraissent grandir d'autant plus que les radiations sont moins réfrangibles, comme si les propriétés réfléchissantes tendaient de plus en plus vers celles d'un métal.

Sélénium.

	Sélénium récemment fondu.			Sélénium fondu depuis sept ans.		
λ...........	721	439	280	721	432	280
$\mathfrak{I}$...........	69°35′	71°30′	68°10′	69° 0′	68°15′	64° 0′
H..........	0,008	0,087	0,179	0,123	0,140	0,198
k...........	0,014	0,155	»	0,221	0,288	0,365
ε...........	0,010	0,102	0,223	0,151	0,175	0,273
$2k \cos \mathfrak{I}$.....	0,010	0,098	»	0,159	0,213	0,320

» *Réalgar* (sulfure rouge d'arsenic). — La surface réfléchissante, obtenue par fusion et moulage, présente, mais à un degré moindre, les mêmes phénomènes que le sélénium : accroissement rapide du coefficient d'ellipticité avec la réfrangibilité et accroissement progressif avec le temps.

Réalgar.

	Réalgar fondu depuis un an.				Réalgar fondu depuis sept ans.	
λ...........	697	586	446	280	703	437
$\mathfrak{I}$...........	67°15′	67°40′	69°15′	68°0′	67°20′	68°20′
H..........	0,033	0,034	0,055	0,152	0,040	0,078
k...........	0,058	0,065	0,101	»	0,066	0,142
ε...........	0,043	0,043	0,068	0,190	0,051	0,097
$2k \cos \mathfrak{I}$.....	0,044	0,049	0,073	»	0,051	0,105

» *Senarmontite* (oxyde d'antimoine cristallisé en octaèdres réguliers). — Ce minéral incolore, très dense (5,3) et très réfringent ($n = 2,07$), offre aussi une augmentation rapide du coefficient d'ellipticité avec la réfrangibilité. La surface utilisée a été polie artificiellement; mais la masse est trop laiteuse pour se prêter à la détermination prismatique des indices de réfraction dans l'ultra-violet.

Senarmontite incolore.

λ	640	452	280
ϑ	62°50′	63°23′	66°15′
H	0,039	0,054	0,074
k	0,065	0,076	0,138
ε	0,055	0,076	0,097
$2k\cos\vartheta$	0,059	0,069	0,112

» *Blende.* — Les surfaces employées, obtenues par clivage (dodécaèdre rhomboïdal), présentaient un poli naturel très parfait; les faces polies artificiellement m'ont paru se modifier avec le temps et prendre des reflets métalliques comme les flints lourds; les surfaces naturelles de clivage, au contraire, n'ont pas changé d'aspect d'une manière appréciable depuis le début de mes expériences (1870-1889).

» Les observations ont été très nombreuses ([1]) et ont porté sur divers échantillons : le Tableau suivant en est un extrait. On y remarque toujours cette variation rapide du coefficient d'ellipticité avec la réfrangibilité; pour la radiation $\lambda = 280$, la blende se rapproche déjà beaucoup des corps métalliques.

Blende.

	Blende blonde d'Espagne.					Blende vert clair.	
λ	703	609	548	451	280	644	280
ϑ	66°45′	66°55′	67°10′	67°38′	69°55′	66°45′	69°0′
H	0,017	0,021	0,020	0,029	0,130	0,016	0,079
k	0,035	0,034	0,032	0,050	»	0,026	»
ε	0,022	0,026	0,025	0,037	0,157	0,021	0,097
$2k\cos\vartheta$	0,028	0,026	0,025	0,037	»	0,021	»

([1]) L'azimut de réflexion ne paraît pas avoir d'influence particulière; du moins, les différences trouvées ont toujours été de l'ordre des erreurs possibles d'observation. Ce résultat négatif tendrait à prouver que les cristaux du système cubique se comportent, au point de vue des phénomènes de réflexion, comme des corps isotropes. Il n'en est pas de même des corps cristallisés très biréfringents; ainsi le spath d'Islande, taillé parallèlement à l'axe, offre un coefficient d'ellipticité variable suivant l'azimut de réflexion, avec inversion de signe (réflexion *négative*), lorsque le plan d'incidence coïncide avec la section principale. Cette dernière observation m'a été suggérée par Jamin en 1881, lorsque je lui fis part de la variation du coefficient ε avec la réfrangibilité.

» La blende transparente vert clair m'a été donnée par Jamin comme étant de même provenance que celle sur laquelle il avait opéré ($\bar{\imath} = 67°6'$, $\varepsilon = 0,0296$); la concordance est en effet aussi satisfaisante que possible.

» La blende d'Espagne, en lame mince de quelques dixièmes de millimètre, transmet sans absorption notable toutes les radiations ultra-violettes que laisse passer un prisme de spath d'Islande. La valeur considérable 0,223 du coefficient d'ellipticité pour la radiation $\lambda = 280$ ne peut donc pas être attribuée à l'opacité ultra-violette de ce minéral. Cette remarque est très importante au point de vue théorique, pour l'explication de la continuité entre la réflexion vitreuse et métallique.

» *Diamant.* — Cette substance, la plus dure et la plus inaltérable des pierres précieuses, paraissait devoir offrir le type de l'invariabilité dans les phénomènes de réflexion; il n'en est pas toujours ainsi : les deux surfaces polies artificiellement sur lesquelles j'ai pu opérer m'ont offert les anomalies les plus singulières, se traduisant par un accroissement plus ou moins notable du coefficient d'ellipticité. J'ai reconnu finalement que ces anomalies, se présentant sans cause apparente, étaient toujours dues à une couche presque invisible de substance étrangère déposée soit par le contact d'une matière grasse, soit même par l'atmosphère, car le frottement énergique avec une peau de chamois les fait disparaître et ramène les coefficients à leur valeur minimum.

» Ce fait très curieux montre l'importance de la couche superficielle dans le phénomène de la réflexion elliptique; mais il jette inévitablement un peu de doute sur la précision des déterminations numériques.

Diamant.

λ	638	435	383	280	232
$\bar{\imath}$	67°30'	67°15'	67°40'	68°35'	69°40'
H	0,013	0,019	0,023	0,030	0,030
k	0,020	0,025	»	0,062	»
ε	0,015	0,025	0,029	0,037	0,036
$2k\cos\bar{\imath}$	0,016	0,020	»	0,045	»

» Ces déterminations ont été faites sur un diamant très pur et extrêmement transparent pour les radiations ultra-violettes; j'ai pu en utiliser deux facettes comme angle réfringent et déterminer photographiquement l'indice de réfraction des principales raies du spectre solaire jusqu'à la limite observable et des raies du cadmium jusqu'à la raie 23 ($\lambda = 231$). J'aurai prochainement l'occasion de donner le détail de ces mesures.

» *Fluorine.* — C'est une des rares substances à réflexion *négative* (coefficient d'ellipticité négatif et très petit). Dans mes premières expériences, où j'opérais avec une lumière rouge, il me fut impossible de mettre en évidence la réflexion elliptique de la fluorine ou du moins de la démêler au milieu du trouble que produit dans mon appareil une légère *trempe* des objectifs. Mais l'ellipticité avec le caractère *négatif*, signalé par Jamin dans la lumière blanche, est apparue nettement lorsque j'employai la lumière bleue et surtout la radiation ultra-violette du magnésium $\lambda = 280$. Dans ce dernier cas, le coefficient d'ellipticité acquiert une valeur relativement grande tout en

restant négatif; on ne peut pas non plus invoquer dans ce cas, pour expliquer cet accroissement du coefficient ε, l'influence d'un pouvoir absorbant notable, car la fluorine incolore de Suisse, sur laquelle j'ai opéré, est d'une transparence exceptionnelle pour toute la série des radiations ultra-violettes jusqu'aux plus réfrangibles (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1289). La généralité de l'accroissement du pouvoir elliptique avec la réfrangibilité est donc démontrée par la fluorine : elle l'est même d'une manière particulièrement décisive; en effet, le coefficient ε de cette substance étant négatif aurait dû changer de signe si l'accroissement habituel, si constant dans le cas des substances positives, était dû à la superposition d'une perturbation donnant un effet positif.

Fluorine incolore de Suisse.

λ	442	280
ℑ	55°30′	57°30′
H	0,004	0,024
k	0,006	»
ε	— 0,008	— 0,040
$2k\cos\vartheta$	— 0,007	»

» *Argent.* — L'argent déposé chimiquement sur verre en couche très épaisse forme une surface réfléchissante admirable après un léger poli au rouge d'Angleterre. Avec les rayons visibles j'ai retrouvé les valeurs numériques obtenues par divers physiciens; mais j'ai surtout opéré avec les radiations ultra-violettes, spécialement dans la région où j'avais autrefois observé la transparence de l'argent.

» Une série spéciale d'observations spectrophotographiques m'a permis de fixer à $\lambda = 317$ la longueur d'onde du milieu de la bande de transparence maximum d'une couche d'argent déposée sur quartz. L'étincelle condensée jaillissant entre deux électrodes de calcium métallique (que j'ai dus à l'obligeance de M. le commandant Renard) fournit une source de radiation ayant cette réfrangibilité ($\lambda = 316$ et 318). Conformément aux prévisions, la loi de variation de la phase avec l'incidence s'est rapprochée suffisamment de celle des corps vitreux pour autoriser le calcul du coefficient d'ellipticité : il est de l'ordre des plus grandes valeurs trouvées ci-dessus. Le passage graduel de la réflexion métallique à la réflexion vitreuse s'observe numériquement, non pas par la valeur de ce coefficient ε (qui n'a plus de sens précis dans le cas de la réflexion métallique), mais par la variation du produit $2k\cos\vartheta$ dont les éléments conservent les mêmes définitions dans les deux cas et qui converge vers ε pour les corps vitreux faiblement elliptiques.

Argent déposé chimiquement sur verre.

λ	640	440	354	317	280	256
ℑ	76°0′	68°30′	52°30′	56°0′	63°30′	62°30′
H	»	»	»	0,094	0,159	»
k	0,874	0,839	0,767	0,315	0,409	0,431
ε	»	»	»	0,165	0,222	»
$2k\cos\vartheta$	0,423	0,615	0,934	0,353	0,456	0,466

» J'ai tenu beaucoup à opérer sur un véritable métal amorphe comme l'argent, de préférence à des minéraux semi-métalliques cristallisés (hématite, fer oligiste, etc.) : la vérification de la transition graduelle est plus démonstrative, puisque, à l'inverse des cas précédents, on passe des propriétés d'un vrai métal à celles d'un corps vitreux.

» En résumé, les données numériques précédentes, relatives aux substances les plus diverses, vérifient les conclusions annoncées au début, particulièrement la généralité de l'accroissement du coefficient d'ellipticité positif ou négatif avec la réfrangibilité des radiations réfléchies. Elles donneraient lieu encore à d'autres remarques intéressantes, qui trouveront place dans l'étude corrélative de la loi de variation des azimuts de polarisation rétablie dont je n'ai point encore parlé. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion et de formation des nitriles*; par MM. **Berthelot** et **Petit**.

« L'étude des chaleurs de formation des nitriles offre un grand intérêt pour les diverses théories de la Chimie organique, et spécialement pour celle de la chaleur animale. En effet, certaines indications relevées autrefois par l'un de nous, jointes à ses expériences sur la chaleur des composés cyaniques et des amides, tendent à présenter les nitriles comme le type des composés susceptibles de fournir de la chaleur par simple hydratation, en dehors de tout phénomène d'oxydation. Aussi avons-nous accueilli avec joie la proposition qui nous fut faite très gracieusement par M. L. Henry de mettre à notre disposition des échantillons purifiés et analysés par lui des nitriles d'acides bibasiques, composés homologues du cyanogène, sur lesquels il a publié des recherches faisant époque et dont tous les chimistes ont gardé un profond souvenir.

» A côté du cyanogène (nitrile oxalique), C^4Az^2, déjà étudié par l'un de nous [1], au point de vue thermochimique, sont venus ainsi se ranger :

Le méthyl cyanogène ou nitrile malonique...........	$C^6H^2Az^2$
Le diméthyl cyanogène ou nitrile succinique.........	$C^8H^4Az^2$
Et le nitrile glutarique............................	$C^{10}H^6Az^2$

Nous en avons exécuté également l'étude.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 433.

» Nous avons cru utile d'y joindre, comme termes de comparaison, les nitriles monobasiques de la série grasse, tels que :

L'acide cyanhydrique (nitrile formique)............... C^2HAz

déjà étudié par l'un de nous;

Le nitrile acétique.................................. C^4H^3Az

dont M. Henry nous a fourni un échantillon préparé par lui et remarquablement pur;

» Et les nitriles suivants, achetés chez Kahlbaum, puis rectifiés par nous et analysés spécialement :

Le nitrile propionique............................... C^6H^5Az
Le benzonitrile...................................... $C^{14}H^5Az$
Le toluinitrile (ortho).............................. } $C^{16}H^7Az$
Et son isomère, le cyanure de benzyle................ }

» Nous avons brûlé tous ces corps dans la bombe calorimétrique; ce qui s'est fait sans difficulté, avec l'aide de divers artifices qui seront décrits dans notre Mémoire.

» Voici les chiffres observés :

PREMIÈRE PARTIE : NITRILES D'ACIDES MONOBASIQUES.

» I. *Acétonitrile* (donné par M. L. Henry). — 3 combustions ont donné pour 1^{gr} : 7124^{cal}; 7088^{cal}; $7118^{cal},6$; moyenne : $7110^{cal},2$.

» Soit pour la réaction

C^4H^3Az liq. $+ O^{11} = 2C^2O^4 + 3HO + Az$. $+ 291^{Cal},5$ à v. c.; $291^{Cal},6$ à p. c.

On en déduit : Formation depuis les éléments,

C^4(diamant) $+ H^3$ gaz $+$ Az gaz $= C^4H^3Az$ liquide............. $+ 0^{Cal},5$

Transformation en acétate d'ammoniaque,

C^4H^3Az liq. $+ 2H^2O^2$ liq. $= C^4H^4O^4, AzH^3$ { solide........... $+ 12^{Cal},5$; dissous.......... $+ 12^{Cal},7$

» II. *Propionitrile*. — 3 combustions, pour 1^{gr} : $8111^{cal},4$; $8110^{cal},1$; $8121^{cal},4$; moyenne : $8114^{cal},5$.

» Soit pour la réaction

C^6H^5Az liq. $+ O^{17} = 3C^2O^4 + 5HO + Az$. $+446^{Cal},3$ à v. c.; $+446^{Cal},7$ à p. c.

On en déduit

$$C^6 (\text{diamant}) + H^5 \text{ gaz} + Az \text{ gaz} = C^6H^5Az \text{ liquide} \ldots\ldots + 8^{Cal},7$$

Transformation en propionate d'ammoniaque,

$$C^6H^5Az \text{ liq.} + 2H^2O^2 + \text{eau} = C^6H^6O^4, AzH^3 \text{ dissous} \ldots\ldots + 8^{Cal},8 \text{ environ}$$

» III. Rappelons, pour compléter ces résultats, le premier terme de la série, c'est-à-dire l'acide cyanhydrique ou *nitrile formique*, liquide :

Chaleur de combustion		$+152^{Cal},3$
Chaleur de formation		$-23^{Cal},5$
Transformation en sel ammoniacal	solide	$+13^{Cal},3$
	dissous	$+10^{Cal},4$

» IV. *Benzonitrile*. — 3 combustions ont donné, pour 1^{gr} : 8404^{cal}; 8424^{cal}; 8382^{cal}; moyenne $8403^{cal},3$.

» Soit, pour la réaction,

$$C^{14}H^5Az \text{ liq.} + O^{33} = 7C^2O^4 + 5HO + Az \ldots\ldots 865^{Cal},5 \text{ à v. c.}; 865^{Cal},9 \text{ à p. c.}$$

» On en déduit : formation par les éléments

$$C^{14} (\text{diamant}) + H^5 + Az = C^{14}H^5Az \text{ liquide} \ldots\ldots -33^{Cal},1.$$

» Transformation en benzoate d'ammoniaque

$$C^{14}H^5Az \text{ liq.} + 2H^2O^2 = C^{14}H^6O^4, AzH^3 \text{ solide} + 20^{Cal},4 \ldots \text{ dissous} + 17^{Cal},7.$$

» V. *Nitrile orthotoluique*. — 3 combustions.

» Pour 1^{gr} : 8809; 8793,2; 8807,1; moyenne 8803,1.

$$C^{16}H^7Az \text{ liq.} + O^{39} = 8C^2O^4 + 7HO + Az \ldots\ldots + 1030^{Cal}, \text{ à v. c.}; 1030^{Cal},7 \text{ à p. c.}$$

» Formation par les éléments

$$C^{16} (\text{diamant}) + H^7 + Az = C^{16}H^7Az \text{ nitrile orthotoluique liquide} \ldots -34^{Cal},8.$$

» La transformation en sel ammoniacal ne peut être calculée exactement, faute de données; mais elle doit fournir un nombre voisin du benzonitrile.

» VI. *Cyanure benzylique*. — 2 combustions.

» Pour 1^{gr} : 8738,8; 8748,2; 8746,8; moyenne 8744,6.

$$C^{16}H^7Az \text{ liq.} + O^{19} = 8C^2O^4 + 7HO + Az \ldots\ldots + 1023^{Cal}, \text{ à v. c.}; + 1023^{Cal},8 \text{ à p. c.}$$

» Formation par les éléments

$$C^{16} (\text{diamant}) + H^7 + Az = C^{16}H^7Az \text{ cyanure benzylique liquide} \ldots -27^{Cal},9.$$

» Les deux isomères de même fonction fournissent, comme toujours, des nombres fort voisins. Le cyanure benzylique paraît cependant répondre à une absorption de chaleur un peu moindre que le nitrile orthotoluique : ce qui correspond avec son point d'ébullition plus élevé et sa constitution différente.

DEUXIÈME PARTIE : NITRILES D'ACIDES BIBASIQUES.

» VII. *Nitrile oxalique* (cyanogène), gazeux, d'après M. Berthelot :

Chaleur de combustion : $C^4Az^2 + O^8 = 2C^2O^4 + Az^2$.......... $+ 262^{Cal},5$
Formation depuis les éléments : C^4 (diamant) $+ Az^2 = C^4Az^2$ gaz. $- 73^{Cal},9$

Transformation en oxalate d'ammoniaque solide $+ 68,7$; dissous $+ 60,7$.

» *Nitrile malonique,* cristallisé; 3 expériences de combustion :

» Pour 1^{gr} : 5984,2; 5996,4; 5992,1; moyenne, 5990,9.

» Soit pour la réaction :

$C^6H^2Az^2$ sol. $+ O^{14} = 3C^2O^4 + H^2O^2 + Az^2$.. $+ 395,4$ v. c.; $+ 395,1$ p. c.

Formation depuis les éléments :

C^6 (diamant) $+ H^2 + Az^2 = C^6H^2Az^2$ cristallisé................ $- 43^{Cal},2$

Transformation en malonate d'ammoniaque cristallisé, $+ 53^{Cal},5$; dissous, $+ 51^{Cal}$.

» VIII. *Nitrile succinique.* 3 expériences de combustion :

» Pour 1^{gr} : $6824^{cal},8$; 6825,5; 6824,1; moyenne, $6824^{cal},8$.

» Soit pour la réaction :

$C^8H^4Az^2$ sol. $+ O^{20} = 4C^2O^4 + 2H^2O^2 + Az^2$....... $+ 545,0$ v. c. et p. c.

Formation depuis les éléments :

C^8 (diamant) $+ H^4 + Az^2 = C^8H^4Az^2$ cristallisé................ $- 32^{Cal},0$

Transformation en succinate d'ammoniaque solide : $+ 49^{Cal},2$; dissous, $+ 42,7$.

» IX. *Nitrile glutarique.* 3 expériences de combustion :

» Pour 1^{gr} : $7437^{cal},2$; $7443^{cal},3$; 7445^{cal}; moyenne, 7442^{cal}.

» Soit pour la réaction :

$C^{10}H^6Az^2$ liq. $+ O^{26} = 5C^2O^4 + 6HO + Az^2$. $+ 699,55$ v. c.; $+ 699,8$ p. c.

Formation depuis les éléments :

C^{10} (diamant) $+ Az^2 + H^6 = C^{10}H^6Az^2$ liquide................ $- 22^{Cal},8$.

» Les Tableaux suivants résument quelques-unes des conséquences qui résultent des nombres précédents :

Chaleur de combustion.

» Les corps homologues diffèrent par un nombre voisin de 155; mais le premier terme offre un excès dans sa chaleur de combustion. Ce sont les mêmes relations que pour les autres fonctions.

		Différence
Nitrile formique liq.	+ 152,3	138,3
» acétique liq.	+ 291,6	155,1
» propionique liq.	+ 446,7	
» benzoïque liq.	865,9	157,9
Cyanure de benzyle liq.	1023,8	

		Différence
Nitrile oxalique (gaz)	+262,5	132,6
» malonique crist.	+395,1	151,0
» succinique crist.	+546,1	153,7
» glutarique liq.	+699,8	

Isomérie.

» La transformation du cyanure de benzyle en nitrile orthotoluique dégagerait $+ 6^{Cal},9$.

Chaleur de formation par les éléments (¹).

Nitriles monobasiques.	
Nitrile formique	—23,5
» acétique	+ 0,5
» propionique	+ 8,7
» benzoïque	—33,1
» orthotoluique	—27,9
Cyanure benzylique	—34,8

Nitriles bibasiques.	
Nitrile oxalique (gaz)	—73,9
» malonique crist.	—43,2
» succinique crist.	—32,0
» glutarique liq.	—22,8

» Ces chaleurs de formation sont pour la plupart négatives, comme il arrive pour un grand nombre de composés azotés; ce qui explique l'excès d'énergie inhérent à la plupart de ces composés. Cette circonstance résulte surtout de leur formation par élimination d'eau, avec un dégagement de chaleur fort inférieur à celui qui résulterait de la formation de l'eau par ses éléments; en d'autres termes, l'excès d'énergie de cet ordre de composés azotés tire surtout son origine d'un résidu d'énergie, qui aurait dû être dépensé lors de la formation de l'eau. De là la chaleur dégagée par les réactions d'hydratation.

» Si l'on compare les homologues, on voit que la chaleur de formation

(¹) On a supposé le carbone à l'état de diamant et on a adopté pour sa combustion la nouvelle valeur : + 94,3.

augmente de 8 à 10 unités environ, lorsqu'on passe d'un terme à son homologue supérieur; pour le premier terme seulement la différence est à peu près triple.

Transformation en sels ammoniacaux.

	En sel	
	solide.	dissous.
Nitrile formique.....	+13,3	+ 10,4
» acétique.....	+12,5	+ 12,7
» propionique..	»	+ 9,0 env.
» benzoïque....	+20,4	+ 17,7

	En sel	
	solide.	dissous.
Nitrile oxalique........	+68,7	+60,7
» malonique.......	+53,5	+51
» succinique......	+49,2	+42,7

» Toutes les hydratations donnent lieu à des dégagements de chaleur considérables, beaucoup plus forts même pour les nitriles des acides bibasiques, conséquence fort intéressante pour la chaleur animale. En effet, les nombres dus à l'hydratation s'élèvent au delà du tiers de la chaleur de combustion du carbone contenu dans le composé organique.

» Il y aurait encore bien d'autres déductions à tirer de ces chiffres; mais il nous suffira aujourd'hui d'avoir signalé les précédentes. »

ANATOMIE. — *De la méthode thermochimique brièvement résumée dans ses principes et ses résultats. Avantages de cette méthode, son importance, son absolue nécessité;* par M. SAPPEY.

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur une nouvelle méthode d'étude qui a pour objet la structure intime des tissus et des organes. Depuis un demi-siècle environ, la Science est en possession d'une autre méthode, aujourd'hui universellement usitée et connue sous le nom de *méthode des coupes*. Pour arriver à la connaissance des tissus, cette méthode consiste en effet à les diviser en tranches minces et transparentes. Elle a donné les plus brillants résultats; c'est à elle que l'Histologie est redevable des immenses progrès réalisés depuis trente ans : progrès si nombreux et d'une telle importance que ses partisans ne sont pas éloignés de la considérer comme parfaite ou touchant de près à cette limite idéale que nous appelons la *perfection*.

» La méthode des coupes est digne, en effet, des plus grands éloges. Mais est-elle réellement parfaite? est-elle absolument sans défaut? Non; elle présente un défaut, et ce défaut j'ose le signaler, au risque de déplaire

à ses admirateurs, qui sont nombreux ici, qui sont nombreux partout, et dont l'admiration est d'ailleurs si bien justifiée. Elle présente un défaut qui dérive de ses qualités elles-mêmes. En divisant les tissus par tranches de la plus excessive minceur, elle étale aux yeux de l'observateur le monde des infiniment petits; elle lui montre avec une grande netteté et sous tous leurs aspects les éléments primordiaux de l'organisation; mais elle ne lui apprend rien ou presque rien sur les organes premiers résultant de l'association de ces éléments. Sur les coupes si minces et si transparentes qu'elle expose à nos regards les détails abondent; mais les ensembles ou les organes premiers disparaissent. Aussi, ne possédons-nous sur ces organes premiers que des notions encore fort incomplètes; c'est en vain qu'on chercherait dans nos meilleurs auteurs des renseignements sur la situation relative, sur le nombre, sur la direction, sur le mode de configuration de la plupart de ces organes. Ayons donc le courage de l'avouer, la méthode des coupes, si admirable dans ses résultats, si simple dans ses procédés, et en apparence si parfaite, ne satisfait pas à toutes les exigences de la Science. Il est des notions précieuses qu'elle nous donne; il en est d'autres que nous ne saurions lui demander, parce qu'elle se trouve condamnée par sa nature même à nous les refuser.

» La méthode thermochimique se distingue de la précédente par des caractères opposés : ce que la méthode des coupes nous donne, elle nous le refuse, et ce que la première nous refuse, la seconde nous le donne. Les deux méthodes se complètent donc l'une par l'autre; elles se complètent si heureusement que désormais dans toutes les études histologiques il conviendra de les associer. Exclure l'une aux dépens de l'autre, ce serait renoncer volontairement à toute une série de renseignements utiles; les employer simultanément, telle est la meilleure et la même seule voie à suivre pour arriver sur chaque point à des notions complètes.

» Après ces considérations préliminaires, j'arrive à la méthode thermochimique proprement dite. J'ai commencé à en faire usage en 1860; voici donc vingt-neuf ans que je l'emploie dans mes études. Ce long silence m'a été souvent reproché. Le désir de ne livrer à la publicité que des faits certains, telle est mon excuse, et telle est aussi la seule réponse que je ferai aux critiques, d'ailleurs légitimes, qui m'ont été adressées.

» Ainsi que son nom l'indique, la méthode thermochimique repose sur une donnée fondamentale, l'association de l'action calorifique à l'action chimique. Tantôt c'est par l'action calorifique qu'il faut débuter, et tantôt

par l'action chimique. La méthode se divise ainsi en deux méthodes secondaires très différentes, et chacune d'elles comprend un grand nombre de procédés et sous-procédés que j'exposerai dans mon Traité de la méthode, mais que je ne saurais mentionner dans une courte Communication. Je dirai seulement que les organes dont nous cherchons à connaître la structure sont caractérisés, les uns par leur mollesse, les autres par leur dureté. Dans le premier cas il faut les durcir, et l'on débute alors par l'action calorifique; dans le second, il faut les ramollir, et c'est par l'action chimique qu'il convient au contraire de commencer l'opération. Laissant de côté tous les détails qui se rattachent à l'une et à l'autre manière d'opérer, je me bornerai pour aujourd'hui à formuler en termes généraux les principes de la méthode, les avantages qui lui sont propres et les services qu'elle peut rendre soit à l'Histologie, soit à la Zoologie. Pour atteindre ce but, il me suffira de mentionner quelques exemples et quelques faits que chaque observateur pourra facilement contrôler.

» La méthode thermochimique peut être utilisée pour l'étude de toutes les parties du corps des Vertébrés et d'un grand nombre d'Invertébrés; mais elle est particulièrement utile et même d'une absolue nécessité pour l'étude des parties fibreuses, pour l'étude des muscles à fibres lisses qui jouent un rôle si important dans les fonctions de l'économie animale, pour l'étude de la peau et pour celle des glandes disséminées en si grand nombre dans l'épaisseur de la plupart de nos organes.

» Quelques mots d'abord sur les parties fibreuses. Parmi ces parties fibreuses viennent se ranger les tendons qui transmettent aux os l'action des muscles, les ligaments qui unissent entre elles les différentes pièces du squelette, les fibro-cartilages qui se rattachent aux articulations pour la plupart, les aponévroses, et quelques autres encore que je passe sous silence.

» En 1866, toutes ces parties fibreuses étaient peu connues dans leur structure. On leur accordait seulement quelques artérioles, quelques veinules, à peine quelques vestiges de nerfs; elles ne possédaient, disait-on alors, qu'une vitalité obscure. Dans un Mémoire présenté à la savante Compagnie à cette époque, je protestais contre une si grande illusion; j'affirmais que tous les tendons, que tous les ligaments, que tous les fibro-cartilages sont doués d'une vitalité comparable à celle des autres parties du corps. J'affirmais que tous ces organes étaient extrêmement riches en vaisseaux et en nerfs. J'avais vu, en effet, les artères et les veines se diviser, se ramifier et former dans leur épaisseur des plexus inextricables;

j'avais vu des nerfs volumineux et nombreux accompagner partout ces vaisseaux et former aussi de riches réseaux, et je pus comprendre alors ces douleurs souvent si atroces qu'accusent les malades affectés de goutte ou de rhumatisme articulaire; ces douleurs, l'Anatomie les explique admirablement : heureuse la Science si, en les expliquant si bien, elle arrivait un jour à les calmer aussi.

» Toutes ces richesses enfouies pour ainsi dire dans la trame des parties fibreuses, comment les avais-je mises en évidence? Voici le procédé que j'avais suivi. Le soir, en quittant mon laboratoire, je les immergeais dans une solution d'acide chlorhydrique au 6e. Le lendemain, après vingt ou vingt-quatre heures d'immersion, je les soumettais à l'ébullition dans une solution d'acide chlorhydrique au 40e; après quatre ou cinq minutes d'ébullition, mes tendons, mes ligaments, mes fibro-cartilages se ramollissaient, se fluidifiaient, et devenaient alors si transparents que les éléments contenus dans la trame fibreuse apparaissaient avec une netteté parfaite; les vaisseaux, lorsqu'ils contiennent du sang, offrent une coloration rutilante et se détachent merveilleusement sur le fond de la préparation; les nerfs, les cellules, les fibres élastiques ne sont pas moins évidents. En un mot, tout ce qui voilait les parties essentielles avait disparu; ces parties essentielles restaient seules sur le champ du microscope, et toutes se montraient non seulement dans leur continuité, dans leur ensemble et leurs rapports, mais aussi dans un état de complète intégrité. Dans les vaisseaux qui contenaient du sang, on pouvait voir les globules sanguins; sur les parois des artères et des veines s'enroulaient, bien évidentes aussi, les fibres musculaires lisses; sur les nerfs les tubes qui les composent apparaissaient très distinctement, et j'ai pu constater que quelques-uns de ces tubes se terminent dans des corpuscules de Pacini.

» En résumé, la méthode thermochimique appliquée à l'étude des parties fibreuses du corps a pour résultat et pour avantage de ramollir l'élément fibreux, de le transformer en une sorte de pulpe molle et transparente, et de mettre ainsi en pleine évidence tous les autres éléments sans leur faire subir la moindre altération.

» Je passe à l'étude de la peau des Vertébrés. Chez les Vertébrés supérieurs, elle présente une remarquable densité qu'elle emprunte au tissu fibreux. Pour la ramollir, je la traite par l'acide chlorhydrique comme les tendons et les ligaments dont je viens de parler. Le tissu fibreux, qui prend une si grande part à sa constitution, disparaît alors en totalité; et, en disparaissant, il laisse pour ainsi dire à nu toutes les autres parties consti-

tuantes de l'enveloppe cutanée. Dans cette enveloppe, il existe des milliers de fibres élastiques; toutes ces fibres se voient avec une netteté parfaite. Dans cette enveloppe, il existe de très beaux réseaux artériels, veineux et nerveux; tous ces réseaux sont mis en pleine lumière. Cette enveloppe contient, en outre, des glandes qui président à la sécrétion de la sueur et des glandes qui sécrètent la matière sébacée; les premières, au nombre de 2 millions environ, les secondes moins nombreuses, mais beaucoup plus diversifiées dans leur siège, leurs dimensions et leur forme; les unes et les autres deviennent si manifestes qu'on peut les étudier sans efforts dans leurs moindres détails.

» Appliquée à l'étude de la peau, la méthode thermochimique donne en un mot des résultats si nets, si complets, si brillants qu'ils deviennent pour elle un véritable triomphe; ils suffiraient pour attester son utilité et pour la recommander à l'attention de tous les observateurs.

» J'arrive à l'étude des glandes. La méthode thermochimique n'est pas moins précieuse dans leurs recherches; elle éclaire aussi d'une vive lumière l'histoire de ces organes; seule elle réussit à les découvrir partout où ils se montrent; et seule également elle permet de les suivre dans leurs divers degrés de complication, et dans leurs dégradations successives. Limité dans mes développements, je parlerai seulement des glandes de l'estomac et de l'ovaire.

» L'estomac possède cinq millions de glandes, qui ont pour attribution la formation du suc gastrique, et quelques autres qui sécrètent un simple mucus. Jusqu'en 1874, quel était le langage des histologistes français et étrangers sur ces glandes? Tous étaient d'accord pour affirmer qu'elles étaient constituées par un simple tube. J'étais déjà, depuis quatorze ans, en pleine possession de ma méthode thermochimique; j'en fis l'application aux glandes gastriques et, dès le début de mes études, je réussis sans peine à reconnaître qu'elles sont beaucoup plus composées qu'on ne l'avait pensé jusqu'alors; elles représentent des glandes en tube, il est vrai, mais des glandes divisées, subdivisées et ramifiées à tel point que quelques-unes peuvent être comparées à de véritables grappes. Comment avais-je procédé pour reconnaître l'erreur universellement admise? La muqueuse gastrique étant très molle, j'avais commencé par la durcir, en plongeant l'estomac dans l'eau bouillante, pendant une heure; j'immergeais ensuite tout l'organe dans une solution d'acide chlorhydrique au 20e, pendant plusieurs jours. Détachant alors de la muqueuse une tranche mince, je la plaçais sur le porte-objet du microscope, en la recouvrant d'une lamelle; quelques

légers mouvements imprimés à cette lamelle permettent d'isoler les glandes comprises dans cette coupe. Les voyant alors dans leur ensemble et leur intégralité, je pouvais reconnaître leur forme et leurs dimensions, les rapports qu'elles affectent et toutes les variétés qui les distinguent. Dans ces conditions, leur étude est facile, et tous les observateurs qui voudront bien répéter mes recherches, non seulement sur ces glandes, mais sur les glandes en général, arriveront au même résultat.

» Quant à l'ovaire, les conclusions auxquelles je suis arrivé différaient tellement de l'opinion généralement adoptée qu'elles ont soulevé d'assez vives critiques et beaucoup de doutes. Les auteurs du XVIIe, du XVIIIe et de la première moitié du XIXe siècle admettaient que la femme possède dans ses ovaires 15 à 18 ovules seulement. Mais en 1840, après la découverte de l'ovulation spontanée, on calcula que, la femme perdant un ovule chaque mois pendant toute la période de sa fécondité, c'est-à-dire depuis 15 ans jusqu'à 45 ou 50, elle devait en contenir dans ses ovaires de 350 à 400. Tel était l'état de la Science en 1860, lorsque je fis à l'ovaire l'application de la méthode thermochimique.

» Prenant l'ovaire d'une jeune fille morte à sa naissance, je le plongeai dans ma solution d'acide chlorhydrique au 6e; le lendemain, je le soumis pendant une ou deux minutes à l'ébullition dans l'acide chlorhydrique au 40e; puis je détachai de sa surface un millimètre carré. A l'examen microscopique, je fus étrangement surpris en voyant les ovules contenus dans ce millimètre carré ruisseler de toutes parts, aussi nombreux et non moins innombrables que les étoiles et les nébuleuses de la Voie lactée; je tentai en vain d'en faire le dénombrement. Afin d'atteindre ce résultat, je pris un autre millimètre carré et je le divisai en 30 particules. Je parvins alors à reconnaître qu'il n'existait pas moins de 1700 à 1800 ovules dans ce millimètre carré; mesurant ensuite la surface de l'ovaire, j'arrivai à constater en définitive que le nombre des ovules s'élève pour chaque ovaire à 400000, et pour chaque femme à 800000 en moyenne. Je puis donc répéter aujourd'hui ce que je disais déjà à l'Académie en 1864 :

» Si tous les ovules situés à la surface des ovaires étaient fécondés et parcouraient ensuite les différentes phases de leur évolution, une seule femme suffirait pour peupler trois villes comme Lyon, Marseille et Bordeaux, et deux pour peupler une capitale de plus de deux millions d'âmes comme Paris.

» La femme, qu'on a crue si longtemps déshéritée sous ce rapport, ne l'était donc qu'en apparence; la nature, si libérale pour les espèces les plus infimes, ne l'avait pas oubliée; elle l'a dotée assez richement aussi pour

assurer dans les meilleures conditions possibles la perpétuité de l'espèce humaine.

» Après avoir exposé les principes généraux de la méthode thermochimique et quelques-uns des faits qui découlent de son application, il me resterait, pour en donner à l'Académie une notion plus complète, à la comparer à la méthode des coupes, afin de déterminer les services que la Science peut attendre de l'une et de l'autre; ce parallèle sera l'objet d'une seconde Communication, si l'Académie veut bien m'accorder encore quelques moments de bienveillante attention. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur la méthode de prophylaxie de la rage après morsure* (¹). Note de M. **L. Pasteur**.

« Du 1er mai 1888 au 1er mai 1889, l'Institut Pasteur a traité 1673 personnes mordues par des chiens enragés ou très suspects de rage : 1487 Français, 186 étrangers.

» Sur ce nombre de 1673, il y avait 118 personnes mordues à la tête ou au visage.

» 6 personnes, dont 4 mordues à la tête et 2 aux membres, ont été prises de rage pendant le traitement. 4 autres ont été prises de rage moins de 15 jours après la fin du traitement.

» 3 personnes mordues à la tête sont mortes après l'achèvement complet du traitement. Ce sont donc seulement 3 insuccès de la méthode sur 1673 personnes traitées; soit un cas de mort sur 554 traités.

» En mettant même, ce qui serait illogique, au passif de la méthode, outre ces 3 cas, les 10 cas de mort dont je viens de parler, on aurait 13 cas de mort sur 1673; soit un cas de mort sur 128 personnes traitées. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre photographique d'Uranus.* Note de M. **W. Huggins**.

« En 1871, je publiai une description du spectre d'Uranus, et les longueurs d'onde de six bandes noires qui traversent le spectre visible de la

(¹) Cette Note a été remise à LL. A. R. le prince et la princesse de Galles, le 15 juin courant, jour où Elles ont honoré de leur visite l'Institut Pasteur.

planète. Avec une fente étroite le spectre devint très faible et je ne réussis pas à y apercevoir les raies solaires.

» L'année suivante, M. Vogel publia un Mémoire sur le spectre de la planète, dans lequel il décrit les mêmes bandes et quelques autres plus faibles. Il ne réussit pas non plus à observer les raies solaires.

» Je viens de résoudre la question par la Photographie, qui permet d'employer une fente étroite, même avec un spectre très peu lumineux. Le 3 juin, en deux heures de pose, j'obtins un beau spectre qui s'étend depuis le voisinage de F jusqu'à N dans la région ultra-violette. Dans ce spectre on reconnaît distinctement toutes les raies principales d'un spectre solaire photographié sur la même plaque, et il n'y a pas d'autres raies ni lumineuses ni noires. Cette photographie met donc hors de doute que la lumière de la planète, au moins pour la région du spectre de F jusqu'à N, est empruntée au Soleil.

» Jusqu'à présent le mauvais temps ne m'a pas permis d'observer de nouveau le spectre visible de la planète. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Chimie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Chevreul*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Arm. Gautier obtient. . . . . 44 suffrages.
M. Moissan » . . . . 11 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Arm. Gautier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année 1888.

MM. Peligot et Mouchez réunissent l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Leconte pour 1889.

Cette Commission doit se composer des Membres du Bureau et de sept Membres élus au scrutin.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

M. Fremy	a obtenu.	42	suffrages.
M. Fizeau	»	28	»
M. Edm. Becquerel	»	28	»
M. Sarrau	»	28	»
M. Phillips	»	27	»
M. Daubrée	»	26	»
M. Hébert	»	26	»

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Mascart et Blanchard.

En conséquence, la Commission se composera de M. Des Cloizeaux, Président en exercice, de M. Hermite, Vice-Président, de MM. Bertrand et Berthelot, Secrétaires perpétuels, et de MM. Fremy, Fizeau, Edm. Becquerel, Sarrau, Phillips, Daubrée, Hébert.

MÉMOIRES LUS.

ACOUSTIQUE. — *Perfectionnements du graphophone.* Note de M. **C.-V. Riley** [1].

« Le phonographe d'Edison, présenté vers la fin de 1877, fut le premier instrument pratique qui reproduisît les sons, bien que les principes eussent été déjà communiqués à l'Institut par M. Charles Cros, dans un pli cacheté, déposé le 30 avril 1877 et ouvert à la séance du 3 décembre 1877. Dans cette Communication était exposée, pour la première fois, une méthode mécanique d'enregistrement et de reproduction de la parole au moyen de traces faites par un stylet, fixé à une membrane vibrante. Les idées de Cros

[1] Cette Communication a été présentée à la séance du 27 mai; sa lecture a été remise au 17 juin.

ont été récemment mises en œuvre sur des bases plus pratiques par M. Émile Berliner dans son gramophone.

» Dans son instrument original, Edison avait recours à des impressions sur des feuilles d'étain.

» De nouvelles recherches furent exécutées par M. Charles Sumner Tainter, avec l'appui de la Compagnie du laboratoire Volta (Volta Laboratory Company), établie par le professeur A. Graham Bell, sur les fonds du prix Volta qui lui avait été décerné par le Gouvernement français.

» Au printemps de 1887, M. Tainter avait construit le graphophone complet, tel qu'il figure actuellement à l'Exposition. Sans parler de la merveilleuse simplicité et de la perfection du mécanisme, l'idée principale dans le graphophone est l'impression des vibrations sonores au moyen d'un stylet transmetteur qui pratique des entailles dans une composition analogue à la cire.

» En suivant les découvertes de Tainter, Edison adopta en grande partie la même méthode dans son phonographe perfectionné.

» Dans le graphophone, M. Tainter a eu en vue la simplicité, le bon marché, la facilité de manipulation et l'emploi pratique de l'enregistreur. Son but a été merveilleusement atteint. Toutefois, l'appareil de M. Tainter, tel qu'il est construit jusqu'à présent, présente diverses imperfections; ce sont : 1° le bruit de frottement ou grattement produit par le stylet reproducteur; 2° l'impossibilité d'employer différentes formes de transmetteurs pour obtenir les différents résultats que l'on désire; 3° la nécessité d'adapter des tubes aux oreilles quand on reproduit une dépêche; 4° la tendance des sons à se déformer, ce qui, en grande partie, provient de ce que le stylet reproducteur ne suit pas exactement tous les contours de la gravure, mais tend à sauter les parties plus profondes et dentées.

» Sous tous ces rapports, après deux années d'essais, M. John H. White, de Washington, a apporté des améliorations au graphophone en faisant usage d'appareils que j'ai construits d'après les principes acoustiques.

» Le chariot est fixé d'une façon permanente sur le tube qui contient la vis motrice, et est maintenu par une tige conductrice. La machine porte des appareils fixes de reproduction, mais des transmetteurs et reproducteurs de diverses formes peuvent aussi lui être aisément adaptés.

» Si l'on désire reproduire distinctement les sons délicats, on parle dans un tuyau transmetteur ayant un stylet attaché à un petit diaphragme de mica, et l'on reproduit les paroles par un tuyau acoustique et une pointe attachée à un petit diaphragme de baudruche; la pointe suit avec aisance

chaque sinuosité du transmetteur. La gravure du transmetteur peut être rendue plus douce en humectant la cire avec de l'alcool. Un stylet plus simple, attaché à un diaphragme de caoutchouc, donne plus de force et convient mieux aux sons plus bas et plus sonores. Pour des sons plus forts qui doivent être reproduits sans l'emploi de tubes adaptés aux oreilles, on se sert d'un transmetteur avec un plus grand diaphragme de mica et d'un reproducteur avec un fort stylet attaché par une bande de caoutchouc à un diaphragme de mica à peu près de la même grandeur et monté de telle façon que les divers résonateurs soient facilement fixés; l'ensemble est ajusté à volonté par des mouvements de vis. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Bataille soumet au jugement de l'Académie la description d'un propulseur pour la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. Bouquet de la Grye dépose sur le Bureau de l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, les Cartes suivantes, publiées par le Service hydrographique de la Marine pendant le mois de mai 1889 :

Numéros.

4248. Humt-Suk, Ile de Djerba (Tunisie).
4257. Golfe d'Ismid (mer de Marmara).
4298. Du cap Chersonèse, à Sébastopol (Crimée).
4308. De Hon-Né, à Hon-Matt (Tonkin).
4322. Baie de Jonquières, côte de Shagalien (Japon).
4324. Entrée de Kua-Shott (Tonkin).
4325. Baie Rosario (Californie).
4332. Iles et récifs de Cani (côte nord de Tunisie).
4339. Baie de Douvres (côte Sud d'Angleterre).
4349. Archipel de la Société (océan Pacifique).
702[B]. Deuxième Supplément au Catalogue des Cartes, Plans, etc.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (181) *Eucharis, faites à l'équatorial ouest du Jardin de l'Observatoire de Paris;* par M. **D. Eginitis**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1889.	Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite. Astre — ✶.	Distance polaire. Astre — ✶.
			m s	′ ″
Févr. 7..........	2108, Arg., z + 12°.	10	+2.24,71	−0.16,5
7..........	Id.	10	+2.20,48	−1.14,7
9..........	912, Weisse$_1$.	9	+4.54,58	+0. 4,3
9..........	Id.	9	+4.52,11	−0.28,0

Positions apparentes.

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	m s		′ ″	
Févr. 7.......	9.28.51	A✶ + 2.24,71	$\bar{1},468_n$	P − 0.16,5	$0,755_n$
7.......	12. 6.22	A✶ + 2.20,48	$\bar{2},723_n$	P − 1.14,7	$0,716_n$
9.......	12.43.17	9h48.33,09	$\bar{2},396$	77°22.59,8	$0,716_n$
9.......	14.15.38	9h48.30,62	$\bar{1},270$	77°22.27,6	$0,728_n$

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur les déversoirs inclinés*. Note de M. **H. Bazin**, présentée par M. Boussinesq.

« Nous avons fait voir, dans une Note antérieure, comment varie le coefficient de débit d'un déversoir en mince paroi sans contraction latérale, lorsque l'on modifie sa hauteur au-dessus du fond du canal. Si, laissant cette hauteur constante, on incline le plan du barrage par rapport à la verticale, ce coefficient varie aussi dans une proportion très notable, le débit à charge égale augmentant ou diminuant suivant que l'inclinaison a lieu vers l'aval ou vers l'amont. L'écart peut atteindre, dans certains cas, $\frac{1}{10}$ en plus ou en moins du débit correspondant à la position verticale.

» Nous avons opéré sur cinq inclinaisons différentes que nous désignerons, pour abréger, par les notations $\frac{3}{1}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ (c'est-à-dire 3 de hauteur pour 1 de base, 1 $\frac{1}{2}$ de hauteur pour 1 de base, etc...). Le coefficient de la formule classique $q = mlh\sqrt{2gh}$ étant m pour l'un des déversoirs inclinés

et m' pour le déversoir vertical, on constate d'abord que le rapport $\frac{m}{m'}$ est presque indépendant de la charge h; il dépend de l'inclinaison, augmentant si l'on fait pivoter le déversoir autour de sa base de manière à porter sa crête de l'amont vers l'aval et diminuant si on la reporte vers l'amont.

» Les variations de m sont intimement liées à la contraction qui s'opère sur le seuil du déversoir et au relèvement de la surface inférieure de la nappe qui en est la conséquence; on sait que M. Boussinesq a fait de ce relèvement, à peine remarqué jusqu'à présent, le point de départ d'une nouvelle théorie de l'écoulement en déversoir et a été conduit à poser la formule $m = 0,5216\left(1 - \frac{\varepsilon}{h}\right)^{\frac{3}{2}}$, dans laquelle ε représente la hauteur dont la surface inférieure de la nappe se relève au-dessus du seuil avant de redescendre. M. Boussinesq ayant bien voulu, en juin 1886, au début de nos expériences, nous donner communication de ce résultat encore inédit, nous avons attaché une importance toute particulière à la détermination exacte du rapport $\frac{\varepsilon}{h}$, laquelle nécessitait des mesurages très délicats. Ce rapport varie, avec l'inclinaison du barrage, en sens inverse de $\frac{m}{m'}$, ainsi qu'on le voit par les chiffres ci-après obtenus sur un déversoir de $1^{m},13$ de hauteur :

	Inclinaison vers l'amont.			Déversoir	Inclinaison vers l'aval.				
Valeurs de	$\frac{1}{1}$.	$\frac{3}{2}$.	$\frac{3}{1}$.	vertical.	$\frac{3}{1}$.	$\frac{3}{2}$.	$\frac{1}{1}$.	$\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{4}$.
$\frac{m}{m'}$	0,927	0,934	0,961	1,000	1,047	1,088	1,116	1,137	1,107
$\frac{\varepsilon}{h}$	0,159	0,150	0,136	0,112	0,089	0,061	0,041	0,012	0,003
$\left(1-\frac{\varepsilon}{h}\right)^{\frac{3}{2}}$ ...	0,771	0,784	0,803	0,837	0,870	0,910	0,939	0,982	0,995
$\frac{\left(1-\frac{\varepsilon}{h}\right)^{\frac{3}{2}}}{0,837}$ ...	0,921	0,937	0,959	1,000	1,039	1,087	1,122	1,173	1,189

» La comparaison de ces valeurs montre :

» 1° Que $\frac{\varepsilon}{h}$ va constamment en décroissant en partant de l'inclinaison extrême du barrage vers l'amont;

» 2° Que $\frac{m}{m'}$ va au contraire en croissant, mais seulement jusqu'à l'incli-

naison de $\frac{1}{2}$ vers l'aval, aux environs de laquelle existe un maximum;

» 3° Que si l'on divise la valeur de $\left(1-\frac{\varepsilon}{h}\right)^{\frac{3}{2}}$, correspondant à une certaine inclinaison, par celle qui correspond au déversoir vertical (0,837), on obtient une série de quotients presque identiques aux rapports $\frac{m}{m'}$, c'est-à-dire en d'autres termes que le coefficient m varie proportionnellement à $\left(1-\frac{\varepsilon}{h}\right)^{\frac{3}{2}}$, conformément à la formule de M. Boussinesq. Cet accord disparaît quand l'inclinaison vers l'aval atteint $\frac{1}{2}$; mais il ne s'agit plus réellement alors d'un véritable écoulement en déversoir, la veine liquide étant en contact immédiat avec le plan incliné qui constitue la paroi d'amont du barrage.

» La surface supérieure de la nappe est également influencée par l'inclinaison du déversoir et le rapport $\frac{e}{h}$ de l'épaisseur e sur le seuil à la charge totale h va en décroissant dans le même sens que $\frac{\varepsilon}{h}$, mais suivant une loi très différente. Tant que le barrage est incliné vers l'amont, $\frac{e}{h}$ diminue très lentement (à peine de 0,02 en passant de l'inclinaison de 45° vers l'amont à la position verticale). Dès que le barrage s'incline vers l'aval, la décroissance de $\frac{e}{h}$ devient très rapide; nous avons obtenu, en effet, pour notre déversoir de $1^{\text{m}},13$ de hauteur,

	Inclinaison vers l'amont	Déversoir vertical.	Inclinaison vers l'aval.				
	$\frac{1}{1}$.		$\frac{3}{1}$.	$\frac{3}{2}$.	$\frac{1}{1}$.	$\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{4}$.
$\frac{e}{h}$..........	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,73	0,66

» La courbure de la nappe s'allonge ainsi de plus en plus vers l'amont.

» Le relèvement $\frac{\varepsilon}{h}$ augmentant à mesure que le barrage s'incline vers l'amont, on peut se demander quelle serait sa limite extrême dans le cas où cette inclinaison croissante amènerait le plan du déversoir à une position voisine de l'horizontale, en constituant ainsi un mode d'écoulement analogue à l'ajutage rentrant de Borda; nous avons fait, sur la demande de M. Boussinesq, quelques essais dans le but de déterminer expérimentalement cette

limite, à laquelle son analyse assignait la valeur approchée $\frac{\varepsilon}{h} = 0,22$. En armant la crête de nos déversoirs de plaques disposées de manière à rejeter vers l'amont les filets fluides à leur passage sur la crête, nous avons pu faire croître $\frac{\varepsilon}{h}$ jusqu'à $0,19$; le rapport $\frac{m}{m'}$ s'abaisse alors à $0,89$. L'écoulement est fort tourmenté et la nappe est violemment agitée. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'élargissement des raies spectrales des métaux.* Note de M. GOUY.

« On sait que les spectres des vapeurs métalliques incandescentes sont formés de raies qui, avec une petite quantité de vapeur et une dispersion médiocre, paraissent ne pas avoir de largeur sensible. Ces *raies étroites* constituent l'élément essentiel des spectres des gaz et des vapeurs à haute température et forment la presque totalité des raies du spectre solaire.

» Si l'on accroît la quantité de vapeur ainsi que la puissance du spectroscope, les plus fortes de ces raies prennent une largeur très appréciable; chacune d'elles se présente sous l'aspect d'une petite bande qui reste bien continue et ne se résout pas en éléments distincts. C'est le phénomène connu de l'élargissement des raies spectrales.

» Cet élargissement s'effectue le plus souvent d'une manière égale des deux côtés de la raie, en sorte que celle-ci, transformée en petite bande diffuse, paraît symétrique par rapport à la position qu'occupait la raie fine avec une très petite quantité de vapeur. On le reconnaît aisément en pointant cette raie fine avec le fil du réticule et en accroissant la quantité de vapeur employée; la raie élargie se montre alors coupée en deux parties égales par le fil du réticule. L'observation est encore plus nette dans le cas fréquent où la partie extérieure et refroidie de la vapeur produit un renversement partiel; la raie élargie se montre alors exactement symétrique par rapport à la fine ligne noire que produit le renversement [1].

» Cette structure symétrique présente de l'importance au point de vue théorique, en ce que certaines explications qu'on peut proposer pour

---

[1] Cette appréciation comporte une incertitude qu'on peut évaluer, semble-t-il, à $\frac{1}{10}$ de la largeur de la raie. On doit regarder la symétrie dont il est ici question non comme absolue, mais comme vraie pour une première approximation.

l'élargissement des raies supposent précisément une symétrie parfaite. J'ai fait quelques expériences en vue de rechercher si cette loi est tout à fait générale. Les sels métalliques étaient volatilisés abondamment dans l'arc électrique et observés au moyen d'un réseau plan et d'un grand réseau concave de M. Rowland, qui donnent des spectres d'une pureté extrême.

» Presque toutes les raies observées ont montré avec une netteté parfaite l'élargissement symétrique, mais j'ai reconnu que certaines raies du sodium et du potassium constituent, au contraire, une exception remarquable et des plus tranchées.

» *Sodium.* — Outre les raies D, la vapeur de sodium donne un certain nombre de raies groupées deux par deux, qui ont été souvent regardées comme les homologues du groupe D. Ces raies sont, par rapport aux raies D, d'autant plus intenses que la température est plus élevée, et se montrent renversées dans le spectre solaire à l'état de raies fines. Elles ont été retrouvées dans des conditions très variées et même dans les tubes de Geissler (Salet), en sorte qu'on s'accorde à les attribuer à la vapeur de sodium métallique [1].

» Dans l'arc électrique, ces raies sont fines avec une très petite quantité de sodium; celle-ci augmentant, elles s'élargissent, mais presque d'*un seul côté*, en sorte qu'avec une notable quantité de vapeur elles offrent l'aspect de petites bandes terminées presque nettement du côté du violet, et fortement dégradées du côté du rouge; leur largeur peut atteindre environ la moitié de l'intervalle des raies D. Plusieurs d'entre elles éprouvent un renversement partiel, et alors la ligne noire, bien loin d'occuper le milieu de la raie élargie, est très voisine du bord droit (côté du violet).

» Cette structure dissymétrique est très marquée dans les groupes 616, 569, 515, 498, 475, 466, et encore visible dans deux ou trois groupes plus faibles qui terminent cette série. Le groupe 567, d'ailleurs assez faible, paraît au contraire dégradé du côté du violet. Au contraire, les raies D, comme on sait, s'élargissent symétriquement. Les groupes que je viens de mentionner présentent donc une structure toute différente de celle des raies D; on doit remarquer du reste que, dans tous ces groupes, la raie la moins réfrangible est la plus forte, contrairement à ce qui existe dans le groupe D; de plus, le groupe 498 est en réalité triple et les groupes 569-567 formeraient plutôt un seul groupe quadruple.

---

[1] Pour les spectres du sodium et du potassium, voir LIVEING et DEWAR, *Proceedings*, 1879, et LECOQ DE BOISBAUDRAN, *Spectres lumineux*.

» *Potassium.* — Le même phénomène se présente, au moins aussi nettement, pour certaines raies du potassium. Ce sont les groupes 581, 534, 510, 495, 486, et un ou deux groupes peu distincts qui terminent la série. Tous ces groupes sont quadruples et présentent la plus étroite analogie; chacune des raies qui les composent s'élargit en une bande dégradée du côté du rouge et terminée nettement du côté du violet, comme pour le sodium. Les autres raies rouges et violettes du potassium, au contraire, montrent très bien l'élargissement symétrique.

» Ainsi les raies métalliques dites *étroites* présentent deux structures distinctes. Les unes s'élargissent d'une manière égale des deux côtés (raies symétriques); les autres s'élargissent presque uniquement d'un côté (raies dissymétriques). La différence est très tranchée, et je n'ai pas observé de cas intermédiaire. Presque toutes les raies métalliques sont symétriques, et les seules raies dissymétriques que j'ai trouvées jusqu'ici sont celles du sodium et du potassium dont il vient d'être question. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la limite entre la polarisation et l'électrolyse.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Désignons par M la force électromotrice qu'il faut introduire sur le circuit qui réunit les deux mercures d'un électromètre de M. Lippmann pour rendre maximum la constante capillaire du petit mercure. Dans le cas où le liquide de l'électromètre est un acide, j'ai constaté que l'électrolyse de cet acide se produit dès que la force électromotrice E intercalée dans le circuit est supérieure à M. En effet, l'hydrogène n'apparaît jamais quand on a $E < M$, tandis qu'il peut apparaître, avec des précautions convenables, dès qu'on a $E > M$. Souvent on peut dépasser très notablement la force électromotrice M sans que la bulle d'hydrogène se forme; mais l'électrolyse ne s'en produit pas moins : si l'hydrogène n'apparaît pas sous forme gazeuse, cela tient à cette loi générale qu'un gaz ne peut se produire d'une façon visible au sein d'un liquide que s'il existe une bulle gazeuse dont le diamètre est supérieur à une certaine limite; il se produit alors vraisemblablement une dissolution sursaturée d'hydrogène. On évite cette sursaturation en créant une bulle d'hydrogène par une force électromotrice très supérieure à M; on ramène ensuite rapidement la force électromotrice à une valeur plus faible E; on trouve alors que, si E est inférieur à M, la bulle ne grossit pas, tandis que, si E est supérieur à M, la bulle grossit d'autant plus rapidement que $E - M$ est plus grand.

Ce procédé optique pour constater l'électrolyse m'a mis sur la voie du phénomène, mais il n'est pas très commode; je lui ai substitué un procédé galvanométrique, qui est susceptible de beaucoup plus de précision et qui est d'une application plus générale. On intercale dans le circuit qui réunit les deux électrodes en mercure : 1° la force électromotrice variable à volonté E; 2° un galvanomètre Thomson; 3° un interrupteur. On prend du reste pour petit mercure une électrode plus large ($\frac{1}{4}$ de millimètre carré). Pour éviter la polarisation de l'autre électrode, on peut prendre une très large surface de mercure; mais il vaut beaucoup mieux prendre un système d'électrode impolarisable (zinc dans un sel de zinc); les différences de potentiel constantes qu'on ajoute ainsi dans la chaîne ne gênent pas, puisqu'on n'étudie que des variations de forces électromotrices. La petite électrode mercurielle plonge dans le même vase que la pointe de l'électromètre capillaire qui sert à déterminer M.

» On trouve ainsi que, tant que E est inférieur à M, en fermant le circuit, l'aiguille du galvanomètre éprouve une impulsion due à la charge de polarisation, oscille, puis se fixe à une position très voisine du zéro (courant de dépolarisation spontané); mais dès que E est supérieur à M, l'aiguille éprouve une déviation permanente relativement très grande et proportionnelle à E − M. Le brusque changement dans l'allure de la courbe qui représente l'intensité du courant en fonction de E est des plus nets.

» L'exactitude de la loi a été constatée : 1° par le procédé optique pour l'acide sulfurique étendu ($\frac{1}{6}$ en volume; $M = 0^{volt},95$) et pour l'acide précédent additionné de $\frac{1}{2000}$ de bichromate de soude ($M = 0^{volt},99$); 2° par le procédé galvanométrique pour le même acide sulfurique et pour l'acide chlorhydrique ($\frac{1}{6}$ en volume d'acide à 21° B.; $M = 0^{volt},41$).

» D'après les vues de M. Helmholtz, au moment où la constante capillaire est maximum, la couche électrique double, au contact de l'électrolyte et du mercure, est nulle; la loi indiquée ci-dessus peut donc être énoncée ainsi :

» *L'électrolyse commence à partir du moment où la couche électrique double a été rendue nulle par polarisation.*

» Il est bien probable que cette loi est applicable à un électrolyte quelconque. Mais, quand c'est un métal *m* qui est rendu libre par électrolyse, celui-ci forme un amalgame avec le mercure de l'électrode; cette modification chimique de la surface de l'électrode transforme le voltamètre P en une pile dont la force électromotrice, de sens contraire, augmente jus-

qu'à devenir égale à E, ce qui a lieu pour le passage d'une quantité d'électricité très faible. Aussi, dans le cas des sels, E peut-il dépasser beaucoup la valeur de M sans que l'aiguille subisse de déviation permanente notable. Pourtant, en faisant croître de plus en plus la valeur de E, il arrive un moment où brusquement l'aiguille prend des déviations permanentes : le courant passe alors avec une intensité proportionnelle à $E - K$, en désignant par K une constante, qui est la force électromotrice à partir de laquelle l'électrolyse se produit d'une façon continue. On conçoit, en effet, que dès qu'il y a assez du métal *m* dans la couche superficielle de l'électrode de mercure pour que cet amalgame se comporte dans une pile comme le métal *m* lui-même (un amalgame renfermant moins de $\frac{1}{500}$ de zinc se comporte déjà comme du zinc pur), la force électromotrice du voltamètre P ne peut plus croître, et un courant constant se produit, en vertu de la différence constante $E - K$, des forces électromotrices opposées.

» Pour $E = M$, la différence de potentiel est nulle entre le mercure encore pur, et le liquide électrolytique; pour $E = K$, la différence de potentiel est nulle entre l'amalgame du métal *m* et le liquide, puisque celui-ci est un sel du métal *m* (*Comptes rendus*, 1er avril 1889); mais la différence de potentiel n'est pas nulle entre l'amalgame formé à la surface de l'électrode capillaire et le mercure pur situé plus loin, et cette différence de potentiel est représentée par $K - M$.

» Pour l'électrolyse du sulfate de zinc, on trouve, en effet, $M = 0^{volt},76$ et $K = 1^{volt},27$; d'où $K - M = 0^{volt},51$. Ce dernier nombre ne diffère du nombre $0^{volt},49$ que j'ai obtenu, il y a deux ans, pour la différence de potentiel entre l'amalgame de zinc et le mercure, par une autre méthode (*Comptes rendus*, 1er avril 1887), que d'une quantité rentrant tout à fait dans les erreurs de ces anciennes expériences.

» En remplaçant le sulfate de zinc par l'hydrate de potasse, on trouve $M = 0^{volt},29$, $K = 1^{volt},76$; d'où $K - M = 1^{volt},47$. Ainsi la différence de potentiel entre le potassium et le mercure est $+1^{volt},47$.

» Si, au lieu d'électrolyser l'hydrate de potasse, on électrolyse un sel de potassium, on trouve pour $K - M$ des nombres différents ($1^{volt},39$ avec le chlorure, $1^{volt},41$ pour le sulfate). Mais remarquons que l'amalgame de potassium qui se forme est attaqué par l'eau et qu'il se produit dans le tube capillaire une couche d'hydrate de potasse entre l'électrode et le sel; $K - M$ ne représente donc plus exactement la différence de potentiel entre le mercure et le potassium; il faut y ajouter la différence de potentiel entre l'hydrate de potasse et le sel employé. Ce qui prouve la justesse de

cette remarque, c'est que, si l'on interpose à l'avance de l'hydrate de potasse entre le sel et l'électrode de mercure, on trouve que la force électromotrice, qu'il est nécessaire d'employer pour que le courant commence à passer d'une façon continue, est exactement la même que quand la dissolution du sel est mise directement en contact avec l'électrode mercurielle.

» On voit, par ces exemples, qu'il y a là une nouvelle méthode générale et commode pour déterminer la différence de potentiel vraie entre un métal quelconque et le mercure. Mais on voit aussi que, dans son application, il faudra prendre garde aux réactions chimiques possibles entre le métal déposé et l'électrolyte.

» Dans une prochaine Note, nous indiquerons d'autres méthodes pour arriver au même but. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes actino-électriques*. Note de M. **A. Stoletow**, présentée par M. Mascart.

« Grâce à quelques perfectionnements dans les conditions des recherches, je suis parvenu à étudier d'une manière plus complète les lois des courants actino-électriques dans l'air à pression ordinaire, ébauchées dans ma première Note sur ce sujet [1].

» Pour obtenir des comparaisons numériques tant soit peu exactes, j'ai recours à un contrôle simultané, qui permet d'éliminer les changements inévitables et rapides que subit l'arc électrique. Devant le condensateur principal, dans lequel on peut varier soit la distance des armatures, soit la force électromotrice, j'en mets un second, en forme de croix, qui se trouve dans le même faisceau des rayons et qui reste dans des conditions constantes. Deux galvanomètres de même période sont reliés à ces deux condensateurs et, en ouvrant l'écran de la lanterne, deux observateurs notent les élongations simultanées dans les deux circuits.

» 1. Dans ces conditions, les deux élongations restent bien proportionnelles, lorsqu'on varie l'arc électrique sans changer autre chose, pourvu que l'expérience ne dure pas trop longtemps. Peu à peu le condensateur qui est plus voisin de l'arc se fatigue plus que l'autre, et le rapport des sensibilités varie.

» Cette proportionnalité des effets dans deux appareils différents est

[1] *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1149; 1888.

assez remarquable en elle-même : on voit que, toutes choses égales d'ailleurs, le courant actino-électrique est *proportionnel à l'intensité des rayons actifs*.

» J'ai vérifié cette conclusion par une autre expérience. Un grand disque en carton, découpé de manière à présenter seize secteurs égaux, alternativement pleins et vides, est placé verticalement entre la lanterne et le condensateur principal et mis en rotation uniforme avec différentes vitesses. On constate que le courant observé est toujours précisément la moitié de celui que l'on obtient en ôtant le carton.

» 2. J'ai entrepris une longue série d'observations pour mieux étudier l'influence de la distance l des armatures et de la force électromotrice $\mathcal{E}$, et j'arrive à un résultat très simple. Lorsqu'on varie l (de 2^{mm} à 50^{mm}) et $\mathcal{E}$ (de 1 à 100 L.-Clark), mais que le rapport $\frac{\mathcal{E}}{l}$ reste constant, l'effet ne change pas; le courant est donc une fonction de $\frac{\mathcal{E}}{l}$. Autrement dit, le courant est une fonction de la densité électrique de l'armature négative, ou bien encore de la force électrique qui agit à la surface de cette armature.

» La courbe, qui représente l'intensité du courant en fonction de la force électrique, rappelle celle que suit le moment magnétique d'un long barreau (ou d'un anneau) de fer doux, quand on varie la force magnétisante. Tant que la force reste petite, l'effet croît plus rapidement que cette force, puis il y a un point d'inflexion, après quoi l'effet augmente de plus en plus lentement.

» Cette loi est plus générale que celles que j'ai données dans ma première Note (sous 2 et 3) pour des conditions spéciales.

» 3. Je me suis donné beaucoup de peine pour décider si le courant actino-électrique s'établit d'une manière pratiquement instantanée, ou bien s'il lui faut un temps appréciable pour atteindre sa valeur définitive.

» Un commutateur est fixé sur l'axe du disque en carton décrit plus haut. Quand le disque tourne, le circuit principal est alternativement fermé tantôt par le galvanomètre, tantôt par une résistance auxiliaire, les commutations se suivant à intervalles égaux, 16 fois par tour. Dans ces conditions, le galvanomètre doit accuser une certaine fraction plus ou moins grande du courant total. Supposons que l'éclipse totale du condensateur ne dure qu'un instant, et que le galvanomètre rentre dans le circuit juste au moment du premier quartier pour en sortir au moment du dernier quartier; on aura alors dans le galvanomètre 0,394 du courant total. En

déplaçant le commutateur on peut diminuer cette fraction jusqu'à 0,106 (minimum).

» Maintenant, que le commutateur reste au maximum, mais qu'on augmente de plus en plus la vitesse de rotation. Si l'action actino-électrique prend du temps à s'établir, on devra obtenir des courants de plus en plus faibles, comme si le commutateur était déplacé dans des positions de moins en moins avantageuses. Si le courant observé ne change pas, on devra conclure qu'il s'établit d'une manière instantanée.

» Dans ces expériences, il est bien difficile de se débarrasser de certains effets électriques dus aux frottements dans le commutateur tournant. Quand on prend soin de les éliminer, on arrive à conclure que le retard du courant ne dépasse guère un millième de seconde.

» 4. J'ai fait quelques expériences pour étudier l'influence de la température. Un condensateur en platine, placé dans un bain à air, était échauffé peu à peu jusqu'à 200° et au delà. Contrairement aux résultats de M. Hoor [1], je trouve que l'effet actino-électrique n'est pas supprimé par l'échauffement; en somme, il devient même plus énergique, mais la marche du phénomène est assez compliquée et présente des maxima et minima secondaires.

» J'ai répété une autre expérience du même auteur, et cette fois encore le résultat a été négatif. Un disque de métal, qui est resté vingt-quatre heures comprimé sous une glace mastiquée à ses bords, ne subit aucune diminution marquée de sensibilité actino-électrique, pourvu que le métal et la glace soient bien propres et parfaitement secs.

» Je crois donc que l'hypothèse qui attribue les phénomènes actino-électriques aux couches de gaz condensés qui recouvrent les surfaces métalliques doit être rejetée. L'extrême sensibilité de la fuchsine, du vert et du violet d'aniline, soit à l'état solide, soit en solution, sensibilité qui, d'après mes observations récentes, surpasse de beaucoup celle des métaux, paraît confirmer mon opinion. »

ÉLECTRICITÉ. — *Des inversions de polarité dans les machines série-dynamos.* Note de M. A. Witz.

« Les machines dynamos, excitées en série, sont sujettes à des renversements de pôles, qui limitent leur emploi, car ils présentent quelquefois

[1] *Sitzungsberichte d. Wiener Akad.*, Abth. II *a*, Bd. XCVII, p. 719; 1888.

de sérieux inconvénients. La rencontre d'une machine douée d'une extrême instabilité nous a conduit à étudier ce curieux phénomène et à en analyser les causes.

» Le cas le plus simple se présente lorsqu'on applique les série-dynamos aux opérations électrochimiques et en particulier à la charge des accumulateurs. Quand une de ces génératrices alimente un certain nombre de piles secondaires, l'amorcement se fait sans difficulté, parce que le courant, fourni par les appareils incomplètement déchargés, suffit en général pour déterminer la polarité des inducteurs : le sens dans lequel l'armature doit être mise en mouvement est le sens même dans lequel elle tournerait sous l'action de cette charge résiduelle, si elle était mobile. L'opération se poursuit très régulièrement, jusqu'à ce que la force contre-électromotrice des accumulateurs atteigne une certaine valeur : il suffit alors de la moindre variation de régime pour intervertir les pôles de la génératrice et renverser le sens du courant. On évite cet inconvénient par l'emploi de coupleurs et de disjoncteurs spéciaux et mieux encore en excitant les dynamos en dérivation.

» Ces faits sont connus de tous, mais je les ai rappelés pour les comparer à des phénomènes analogues que j'ai observés dans des essais de transport d'énergie.

» J'emploie à cet effet deux petites dynamos du genre Edison, qui sont identiques et ne diffèrent l'une de l'autre que par le mode d'excitation : la génératrice est une série-dynamo, tandis que la réceptrice est à excitation séparée. Les machines ayant pris leur allure, la différence des forces électromotrices $E - e$ reste constante, le couple résistant étant lui-même constant. Or diminuons l'effort à vaincre : la réceptrice accélère son mouvement, et, à égalité des champs inducteurs, elle tend à prendre la même vitesse que la génératrice ; en même temps, la force contre-électromotrice e augmente et l'intensité du courant décroît par conséquent. A ce moment, il suffit de la plus légère variation des vitesses pour intervertir les pôles de la génératrice et je vois alors la réceptrice prendre un mouvement périodique alternatif, exécutant indéfiniment quelques tours à droite, quelques tours à gauche, avec une étonnante régularité.

» Cette alternativité des rotations s'obtiendra d'autant mieux que l'on déchargera plus rapidement la réceptrice, qu'elle prendra une vitesse plus grande et que le champ excité dans l'entrefer sera plus intense. On peut l'éviter en réduisant le champ de manière à empêcher toute augmentation de vitesse. On obtient les mêmes résultats en employant une magnéto pour

réceptrice : avec une série dynamo, je n'ai pu observer qu'un désamorcement de la génératrice et partant un arrêt de la réceptrice; tout cela était facile à prévoir.

» Mais voici le caractère le plus singulier de cette rotation périodiquement intervertie. Après que la réceptrice a provoqué par sa réaction le renversement des pôles de la génératrice, elle épuise d'abord l'énergie de son volant, puis sa vitesse change de signe; elle tourne alors en sens opposé, jusqu'à ce que sa vitesse soit suffisante pour reproduire le phénomène. Or cette vitesse est relativement faible : je l'ai mesurée à l'aide d'un diapason vibrant, qui inscrivait sa sinusoïde sur un disque calé sur l'arbre; elle est bien moindre que celle qu'il faudrait pour que la force contre-électromotrice devînt égale à celle de la génératrice, ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants.

» La génératrice faisant 1781 tours, la réceptrice prenait une vitesse maximum de 252 tours; sur réceptrice calée, les 1781 tours de la génératrice donnaient $10^{\text{volts}},3$ et sur génératrice calée, les 252 tours de la réceptrice ne pouvaient développer que $0^{\text{volt}},98$: c'est tout au plus le $\frac{1}{10}$.

» Je propose d'expliquer ce fait de la manière suivante, qui s'applique aussi à la charge des accumulateurs.

» Construisons la caractéristique externe de la génératrice : menons par l'origine des coordonnées une droite OA faisant avec l'axe des x un angle α, tel que sa tangente soit égale à la résistance totale R du circuit. Cela fait, traçons une tangente à la caractéristique parallèle à cette droite OA; elle coupe l'axe des y en un point B. Le point de contact de la tangente à la caractéristique donne la valeur de la force électromotrice E de la génératrice au moment de l'inversion et l'ordonnée OB marque la force contre-électromotrice e de la réceptrice capable de produire cette inversion. La valeur de e sera d'autant plus faible que la résistance totale R sera plus considérable; d'autre part, on voit que toute diminution de vitesse de la génératrice abaissera la caractéristique et hâtera le moment de l'inversion : c'est ce qu'on observe en réalité. Remarquons encore qu'une augmentation de vitesse de la réceptrice fait augmenter la résistance apparente de cette machine et par suite aussi la résistance totale R. Enfin prolongeons la tangente à la caractéristique jusqu'à sa rencontre avec la branche symétrique de cette courbe : l'ordonnée du point d'intersection donne la valeur de la force électromotrice développée instantanément après l'inversion de la rotation et le renversement des pôles. Nous retrouvons donc l'ensemble des faits observés, et la concordance entre les valeurs ainsi ob-

tenues et les chiffres relevés dans l'expérience est telle que nous croyons cette explication parfaitement justifiée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude sur la durée de l'éclair.* Note de M. **E.-L. Trouvelot**, présentée par M. Mascart.

« Dans un article publié l'année dernière ([1]), j'affirmais que l'éclair n'a pas l'instantanéité qu'on lui attribue généralement, et, à l'appui de cette assertion, je reproduisais dans ma Note une photographie obtenue pendant l'orage du 22 juillet 1888. Cette photographie montrait l'éclair sous la forme d'une large bande verticale, à traits multiples et parallèles et formés de nombreuses stries horizontales. Cette forme singulière de l'éclair, je l'attribuais au mouvement horizontal que j'avais fait subir à l'appareil durant le temps de pose.

» Cette manière si simple d'expliquer le phénomène souleva néanmoins des objections de la part de plusieurs savants fort distingués. Il m'eût été facile de répondre à ces objections et d'en montrer les points faibles; mais, comme j'avais en main des faits palpables, j'ai préféré laisser parler ces faits, convaincu qu'ils sont sans réplique.

» Ces faits les voici : Le 22 juillet dernier, je vis s'élever de l'horizon de Paris un éclair brillant, qui me parut avoir une durée de plusieurs secondes, pendant laquelle il montra de singulières fluctuations d'éclat et comme si l'éclair fût le produit d'un courant électrique lumineux, oscillatoire et d'intensité très variable. Convaincu par cette observation que l'éclair ne saurait toujours être instantané, et désirant en obtenir une preuve palpable, je dirigeai de suite mon appareil photographique vers la même partie du ciel, en ayant soin de lui imprimer un léger mouvement horizontal de va-et-vient durant la pose. Je n'attendis pas longtemps, un éclair apparut, et le développement révéla les images multiples dont il est parlé plus haut, et que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie.

» Le 7 juin dernier, un orage lointain donnait des éclairs affaiblis par la pluie et par la brume. L'appareil fut dirigé sur la partie du ciel où les éclairs se montraient le plus fréquemment et, pendant la pose, je lui imprimai un mouvement horizontal de va-et-vient assez rapide autour de son

---

([1]) *La lumière électrique*, t. XXIX, p. 254.

axe. D'un point assez élevé au-dessus de l'horizon apparut un éclair, qui se propagea de chaque côté en formant plusieurs branches horizontales. Le développement révéla l'image qui, avec ses larges stries horizontales et parallèles avec le sens du mouvement subi par l'appareil, donne à cet éclair l'aspect d'une légère banderole ondulant sous la brise.

» Nous n'insisterons pas longuement sur la signification de cette image, car elle indique suffisamment, à notre sens, que l'éclair a une durée appréciable, sinon dans tous les cas, mais au moins dans quelques-uns; et, par conséquent, que les expériences de Wheatstone, qui ne donnent pas à l'éclair la durée de la millième partie d'une seconde, sont entachées d'erreur quelque part.

» Si cette dernière photographie de l'éclair laissait encore des doutes sur la durée appréciable de l'éclair, nous dirions qu'une particularité de détail de notre cliché du 22 juillet 1888, qui d'abord avait passé inaperçue, montre avec évidence que la multiplication du trait fulgurant résulte du déplacement de l'appareil pendant la durée de l'éclair. En effet, le petit nuage qui, vers le bas de notre photographie, traverse l'éclair sextuplé, est doublé sur le cliché, par suite du déplacement subi par l'appareil durant la pose; et le déplacement, mesuré sur les aspérités de la bordure de chacune des images, est absolument le même que celui qu'a subi l'éclair.

» Comme nous l'avons montré plus haut, ce n'est pas seulement à l'aide de la plaque photographique que l'on peut constater que l'éclair a une durée appréciable; l'œil lui-même est susceptible d'apprécier ce phénomène, comme nous avons encore été à même de le constater le 7 juin dernier. En effet, un éclair parti d'un endroit du ciel caché par un bâtiment montre bientôt plusieurs branches dans la partie du ciel visible pour nous. Or il était pleinement visible que ces branches avançaient progressivement dans le ciel; on pouvait les suivre du regard tout aussi facilement que l'on peut suivre de l'œil l'expansion progressive d'une étincelle électrique sur une feuille de verre ou d'ébonite. Du reste, les clichés nombreux que nous possédons aujourd'hui nous permettent d'affirmer que les décharges électriques ne se font pas instantanément sur les plaques photographiques, mais progressivement. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'indice de réfraction de l'eau de mer.* Note de MM. **J.-L. Soret** et **Edouard Sarasin**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons déterminé l'indice de réfraction de l'eau de mer par la méthode ordinaire du prisme creux et du goniomètre, en employant la lumière du Soleil.

» L'eau sur laquelle nous avons opéré a été prise, par M. H. Fol, dans la Méditerranée, à 4^{km} en avant de Nice, dans le courant d'eau bleu foncé et absolument limpide qui vient du large. Elle a été puisée un peu au-dessous de la surface dans des flacons bouchés à l'émeri. Il n'avait pas plu depuis huit jours lorsque ces échantillons ont été recueillis; on peut donc estimer qu'ils présentent bien la composition moyenne de l'eau peu profonde de la Méditerranée septentrionale.

» Comme contrôle préliminaire, nous avons fait quelques déterminations de l'indice de l'*eau distillée*, corps dont la réfrangibilité a été souvent étudiée. Nos chiffres s'accordent bien avec les déterminations antérieures qui nous paraissent mériter le plus de confiance.

» Les résultats que nous avons obtenus sur l'*eau de mer* sont résumés dans le Tableau suivant, qui donne les indices de réfraction à 20° et 10°, déduits par interpolation d'observations directes, faites à des températures très voisines. Nous croyons qu'ils peuvent être considérés comme exacts à une unité de la quatrième décimale. Dans la deuxième colonne du Tableau, nous avons reproduit, comme terme de comparaison, les indices de l'eau distillée à 20°, d'après M. Van der Willigen. La cinquième colonne contient les différences entre l'eau de mer et l'eau distillée à 20°. Enfin les différences des indices de l'eau de mer à 10° et à 20° sont inscrits dans la sixième colonne :

	Indices.				
I. Raies solaires.	II. Eau distillée à 20°.	III. Eau de mer à 20°.	IV. Eau de mer à 10°.	V. Différence III—II.	VI. Différence IV—III.
A.....	1,32896	1,33593	1,33679	0,00697	0,00086
B.....	1,33045	1,33736	»	0,00691	»
C.....	1,33120	1,33816	1,33906	0,00696	0,00090
D.....	1,33305	1,34011	1,34092	0,00706	0,00081
F.....	1,33718	1,34437	1,34518	0,00719	0,00081
h.....	1,34234	1,34973	1,35064	0,00739	0,00091
H.....	1,34349	1,35105	1,35187	0,00756	0,00082
				Moyenne........	0,00085

» On voit que la différence d'indice de l'eau de mer et de l'eau distillée est assez constante de A à D, mais qu'elle va ensuite en augmentant de D à H.

» Quant à l'influence de la température, elle ressort des nombres de la dernière colonne, et paraît sensiblement constante de A à H. La différence moyenne entre 10° et 20° est de 0,00085. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dispersion dans les composés organiques.* Note de MM. **P. Barbier** et **L. Roux**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats de recherches que nous avons entreprises sur le pouvoir dispersif des composés organiques liquides. Dans la présente Note, nous examinerons seulement les dérivés monosubstitués de la benzine.

» Comme expression du pouvoir dispersif, nous avons adopté la valeur du coefficient B de la formule de Cauchy

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

réduite à deux termes. Pour calculer les valeurs des coefficients A et B, nous avons déterminé les indices des principaux dérivés de la benzine par rapport à deux raies, prises dans le spectre de l'étain, l'une rouge, l'autre bleue, et dont les longueurs d'onde sont respectivement

$$\lambda_r = 645,2 \qquad \text{et} \qquad \lambda_b = 452,4.$$

» I. Dans une première série d'expériences, nous avons examiné la benzine et ses homologues (toluène, éthylbenzine, isopropylbenzine, isobutylbenzine et isoamylbenzine). Les quatre derniers termes de cette série ont été préparés par la méthode de MM. Friedel et Crafts. Tous ces corps ont été soigneusement purifiés.

» Nous avons ainsi obtenu les résultats suivants :

	Température de l'expérience.	n_r.	n_b.	A.	B.
	°				
Benzine	10,5	1,4974	1,5221	1,4735	0,9967 × 10^{-14}
Toluène	10,2	1,4917	1,5152	1,4690	0,9483 »
Éthylbenzine	10,4	1,4927	1,5151	1,4719	0,9039 »
Isopropylbenzine	10,1	1,4888	1,5102	1,4681	0,8636 »
Isobutylbenzine	10,1	1,4905	1,5110	1,4707	0,8272 »
Isoamylbenzine	10,3	1,4887	1,5084	1,4717	0,7950 »

» Il ressort de l'examen des nombres précédents :

» 1° Que la valeur de A, qui représente la valeur limite de l'indice pour $\lambda = \infty$, est constante pour les différents termes de la série;

» 2° Que les valeurs de B, que nous prenons comme mesure du pouvoir dispersif, diminuent à mesure que les poids moléculaires augmentent.

» Nous avons cherché une relation entre ces deux quantités et nous avons reconnu qu'elle pouvait être représentée par une équation de la forme

$$y = \alpha + \beta x + \gamma x^2, \tag{1}$$

dans laquelle y représente le pouvoir dispersif et x le poids moléculaire. Si l'on pose, en effet,

$$\alpha = +1340,5, \qquad \beta = -5,21, \qquad \gamma = +0,0103,$$

on obtient une relation numérique à l'aide de laquelle nous avons calculé les valeurs contenues dans le Tableau suivant :

	Valeurs	
	calculées.	observées.
Benzine	0,9968	0,9967
Toluène	0,9484	0,9483
Éthylbenzine	0,9040	0,9039
Isopropylbenzine	0,8636	0,8636
Isobutylbenzine	0,8273	0,8272
Isoamylbenzine	0,7950	0,7950

» Nous avons remarqué, en outre, qu'il existe une relation simple entre le pouvoir dispersif et le volume moléculaire $\frac{M}{d}$, pris à la température de nos expériences, et que, dans la série des hydrocarbures monosubstitués dérivant de la benzine, les valeurs du pouvoir dispersif sont inversement proportionnelles aux racines cubiques des volumes moléculaires. On a donc la relation

$$B\sqrt[3]{\frac{M}{d}} = K, \tag{2}$$

justifiée par le Tableau suivant :

	$\frac{M}{d}$.	$B\sqrt[3]{\frac{M}{d}} = K$.
Benzine	87,66	4,43
Toluène	105,80	4,48
Éthylbenzine	121,08	4,47
Isopropylbenzine	137,97	4,46
Isobutylbenzine	153,27	4,43
Isoamylbenzine	169,48	4,40

» II. Dans une seconde série d'expériences, nous avons déterminé les pouvoirs dispersifs des dérivés de la benzine, autres que les hydrocarbures, afin de nous rendre compte de l'influence exercée par l'introduction de groupements divers dans la molécule. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau qui suit :

	Température de l'expérience.	n_r.	n_b.	A.	B.
C^6H^5-CH^2OH....	16°,9	1,5365	1,5618	1,5120	1,0209 × 10^{-14}
C^6H^5-Cl.........	13,8	1,5213	1,5466	1,4968	1,0209 »
C^6H^5-OCH^3.....	16,1	1,5128	1,5385	1,4879	1,0371 »
C^6H^5-Br........	13,9	1,5555	1,5837	1,5282	1,1380 »
C^6H^5-CAz.......	16,1	1,5236	1,5519	1,4962	1,1420 »
C^6H^5-CHO......	15,7	1,5400	1,5742	1,5069	1,3801 »
C^6H^5-AzH^2......	15,2	1,5798	1,6168	1,5440	1,4931 »
C^6H^5-AzO^2......	14,0	1,5442	1,5841	1,5055	1,6101 »

» Les corps contenus dans le Tableau précédent ayant des fonctions chimiques très différentes, nous avons jugé inutile de chercher des relations entre leurs poids moléculaires et leurs pouvoirs dispersifs.

» Prochainement, nous ferons connaître nos recherches sur d'autres séries homologues (alcools, acides, éthers, etc.), ainsi que le résultat d'expériences, que nous effectuons en ce moment, sur le pouvoir dispersif des dissolutions [1]. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau mode de préparation des nitrites alcalins.* Note de M. **G.-A. Le Roy.**

« On connaît différents modes de préparation des nitrites alcalins. Je citerai pour mémoire : la décomposition des nitrates de ces bases, par une chaleur ménagée; leur désoxygénation partielle par des corps parfaitement oxydables, tels que le graphite, le cuivre réduit, le plomb (voie sèche), la poudre de zinc, le plomb très divisé (voie humide), les sulfites alcalins, etc.

» Le nouveau mode de préparation que j'ai l'honneur de soumettre à

(1) Faculté des Sciences de Lyon.

l'Académie consiste à faire réagir, sur deux molécules du nitrate alcalin, une molécule de sulfure de baryum.

$$2(KO, AzO^5) + BaS = 2(KO, AzO^3) + BaO, SO^3.$$

» Le sulfure de baryum réduit en poudre fine est intimement mélangé au nitrate; on projette le mélange, en remuant constamment, dans une bassine de fer, chauffée au rouge sombre. La réaction s'effectue avec incandescence. La masse saline résultante, traitée par l'eau, abandonne le nitrite formé. Le sulfate de baryum resté sur le filtre peut être de nouveau transformé en sulfure, d'après les procédés connus.

» La présence de fortes doses de sulfate barytique dans le sulfure employé modère utilement la réaction, en empêchant la décomposition trop instantanée du nitrate alcalin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action des diamines sur les diacétones.* Note de M. **Alphonse Combes**, présentée par M. Friedel.

« Dans plusieurs Communications précédentes, j'ai montré quelle est l'action des amines grasses ou aromatiques sur les diacétones du type de l'acétylacétone, et l'emploi qu'on peut faire de ces actions pour obtenir des bases quinoléiques. Il paraissait intéressant de rechercher quelle est l'action des diamines sur ces mêmes diacétones; j'ai expérimenté, dans la série grasse, sur l'éthylène-diamine et, dans la série aromatique, sur la phénylène-diamine (méta), la crésylène-diamine (méta) et la benzidine; la diacétone employée était l'acétylacétone.

» Quand on mélange une molécule d'éthylène diamine à deux molécules d'acétylacétone, il se manifeste une réaction extrêmement vive et le mélange s'échauffe jusqu'à l'ébullition; il se sépare de l'eau et, par refroidissement, on obtient une masse cristalline blanche qui, purifiée par cristallisation, fond à 111°.

» Cette matière est indistillable à l'air; mais, dans le vide, elle distille vers 245°. L'analyse lui assigne la formule $C^{12}H^{20}Az^2O^2$ [1]. La réaction s'est donc passée entre deux molécules d'acétylacétone et une d'éthylène-diamine avec élimination de deux molécules d'eau. L'hypothèse la plus

---

(1) Les chiffres d'analyse seront donnés dans un Mémoire plus étendu.

simple que l'on puisse faire est que chacun des groupes AzH^2 de l'éthylène-diamine a réagi sur un carbonyle, comme cela arrive pour les monoamines, et la constitution de ce composé serait alors exprimée par le schéma suivant :

$$\begin{array}{ccc} CH^3-CO\diagdown & & \diagup CO-CH^3 \\ CH^2 & & CH^2 \\ | & & | \\ CH^3-C=Az-CH^2-CH^2-Az=C-CH^3 \end{array}$$

» Il est facile de démontrer qu'il en est bien ainsi. En effet, si telle est la constitution de ce composé, il doit présenter une réaction nettement acide et se prêter facilement à la formation de dérivés métalliques. Il y a, en effet, dans cette molécule deux groupements ($CO-CH^2-C=Az$), et l'on sait qu'un pareil groupement fonctionne comme un acide et échange facilement un atome d'hydrogène du groupe CH^2 contre un atome d'un métal univalent.

» Or, si l'on traite la solution aqueuse du solide fusible à 111° par une solution même étendue d'acétate de cuivre, on obtient un magnifique précipité violet, presque complètement insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool et dans le chloroforme ; il se présente sous la forme de belles lamelles rhomboïdales, très minces, fusibles à 137°.

» L'analyse de ce sel de cuivre répond à la formule $C^{12}H^{18}Az^2O^2Cu$:

	Trouvé pour 100.	Calculé.
Cu................	22,10	22,28

Le composé $C^{12}H^{20}Az^2O^2$ fonctionne donc comme un acide bibasique, ce qui justifie la formule écrite plus haut et assigne au dérivé cuprique la formule

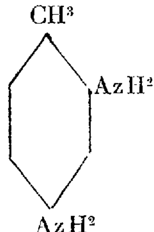
$$\begin{array}{ccccc} CH^3-CO & & Cu & & CO-CH^3 \\ \diagdown & & & & \diagup \\ CH & & & & HC \\ | & & & & | \\ CH^3-C = Az-CH^2-CH^2-Az = C-CH^3. \end{array}$$

» L'action des acides minéraux en solution aqueuse dédouble le composé $C^{12}H^{20}Az^2O^2$ en acétylacétone et éthylène-diamine ; mais on peut cependant, par l'action de l'acide chlorhydrique sec sur la solution dans l'alcool absolu, obtenir un dichlorhydrate cristallisé, fusible au delà de

280°, $C^{12}H^{20}Az^2O^2(HCl)^2$. Ce remarquable composé peut donc fonctionner, suivant les cas, comme un acide bibasique ou une base biacide.

» *Crésylène-diamine.* — Je me suis ensuite proposé de voir comment se comporterait, vis-à-vis de l'acétylacétone, une diamine aromatique; j'ai déjà montré qu'une monoamine, l'aniline par exemple, fournit d'abord un anilide et puis, par l'action sur cet anilide de l'acide sulfurique concentré, l'$\alpha\gamma$-diméthylquinoléine; on pouvait donc espérer obtenir avec une diamine aromatique une phénanthroline.

» J'ai employé d'abord la métacrésylène-diamine, fusible à 99°, et dont la constitution est exprimée par le schéma :



» En traitant une molécule de cette diamine par deux molécules d'acétylacétone, à 100°, il s'élimine de l'eau, et il est facile de voir qu'il ne reste pas d'acétylacétone libre; si l'on traite ensuite la masse sirupeuse ainsi obtenue par l'acide sulfurique au bain-marie, on obtient, après avoir étendu d'eau et saturé par l'ammoniaque, un volumineux précipité formé de fines aiguilles enchevêtrées, tout à fait insolubles dans l'eau, qui, après dessiccation, fondent à 191° et répondent à la formule $C^{12}H^{14}Az^2$.

» La solution sulfurique contient du reste de l'acétylacétone libre; les réactions sont donc les suivantes :

$$C^7H^{10}Az^2 + 2C^5H^8O^2 = 2H^2O + C^{17}H^{18}Az^2O^2,$$
$$C^{17}H^{18}O^2 + H^2O = C^{12}H^{14}Az^2 + C^5H^8O^2 + H^2O.$$

» On n'obtient donc pas de phénanthroline; la base $C^{12}H^{14}Az^2$ est nettement mono-acide, son chlorhydrate est jaune, peu soluble dans l'eau, et a pour formule $C^{12}H^{14}Az^2, HCl$; le chloroplatinate, $[C^{12}H^{14}Az^2]^2PtCl^6H^2$, se présente sous la forme d'un précipité cristallin jaune orangé; le chloromercurate est d'un beau jaune clair et est facilement soluble dans l'eau. Le chromate, qui est d'un jaune clair, s'obtient en traitant une solution du chlorhydrate fortement refroidie par du chromate de potassium; il est très instable et se transforme à une température peu élevée en une masse

noire amorphe insoluble, analogue à celle que donne l'aniline dans les mêmes conditions.

La base $C^{12}H^{14}Az^2$ est une amidotriméthylquinoléine, qui résulte de l'action d'une seule molécule d'acétylacétone sur un des groupes AzH^2 de la crésylène-diamine; le second groupement AzH^2 restant inaltéré, on le démontre aisément en traitant une solution refroidie de chlorhydrate par le nitrite de sodium, il se forme un composé diazoïque qui, traité par une solution alcaline de β-napthol, fournit immédiatement une belle matière colorante rouge orangé, qui teint parfaitement la soie en bain acide ou alcalin et qui doit être considérée comme le triméthylquinolyl-azonaphtol :

CH^3 — $Az = Az - C^{10}H^6OH(\beta)$

CH^3

Az CH^3

» J'aurai l'honneur, dans une prochaine Note, de soumettre à l'Académie les résultats que donnent dans les mêmes conditions la métaphénylène-diamine et la benzidine, et d'indiquer quelques propriétés du nouveau groupe de matières colorantes qui dérivent des nouvelles amidoquinoléines que j'ai pu obtenir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la tanghinine cristallisée extraite du* Tanghinia venenifera *de Madagascar*. Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Le tanguin, le célèbre poison judiciaire des Malgaches, a donné lieu à de nombreuses recherches et dissertations au point de vue historique, botanique et physiologique [1]; mais, jusqu'ici, les études chimiques ayant pour but d'isoler et de définir la substance active sont restées sans résultat. Cependant on sait d'une façon positive que le principe toxique se trouve pour ainsi dire concentré dans l'amande du fruit du *Tanghinia venenifera*

---

(1) Voir notamment Joannes Chatin, *Recherches sur le tanguin de Madagascar* (Thèse présentée à l'École de Pharmacie en 1873).

Poir, de la famille des Apocynées. Cette amande sert, du reste, exclusivement, à Madagascar, à la préparation du tanguin.

» Les recherches chimiques que j'ai entreprises sur les Apocynées m'ont conduit tout naturellement à m'occuper du Tanghinia, certainement l'une des plantes les plus intéressantes de cette famille; mais j'ai éprouvé tout d'abord les plus grandes difficultés à me procurer les éléments nécessaires.

» C'est grâce à l'obligeance de M. Humblot, le naturaliste explorateur bien connu de Madagascar, et avec la bienveillante intervention de M. Milne-Edwards, que j'ai pu enfin disposer de 11^{kg} de noyaux de *Tanghinia,* dont j'ai séparé $2^{kg},550$ d'amandes.

» Ces amandes renferment environ 75 pour 100 de matière grasse, de consistance butyreuse, qui ne peut être séparée facilement par simple pression, l'eau contenue dans l'amande formant une sorte d'émulsion qui rend impossible l'écoulement de la partie huileuse. Pour éliminer celle-ci, j'ai eu recours alors au sulfure de carbone, après toutefois m'être assuré que ce dissolvant ne s'emparait pas du principe toxique, fait qui s'accorde très bien avec les observations antérieures constatant la parfaite innocuité de l'huile de tanguin.

» En traitant les amandes épuisées, au moyen du sulfure de carbone, par l'alcool concentré bouillant, on obtient par évaporation une substance cristallisée douée d'une grande toxicité.

» La *tanghinine* ainsi préparée est un poison cardiaque se rapprochant de la strophantine et de l'ouabaïne; elle diffère pourtant de ces deux dernières par une action convulsivante générale, ainsi qu'il résulte des expériences encore inédites du Dr Gley.

» La tanghinine ne s'obtient pas d'emblée par simple évaporation de l'extrait alcoolique; elle se trouve encore mélangée de matières extractives fortement colorées que l'on ne parvient à enlever que par des traitements réitérés à l'aide de dissolvants appropriés, tels que l'alcool à 50°.

» J'ai obtenu 25^{gr} de tanghinine pure en partant des $2^{kg},550$ d'amandes dont je disposais; c'est donc un rendement de $2^{gr},3$ par kilogramme de noyaux, ou de 4 pour 100 par rapport au poids de l'amande.

» La tanghinine est incolore : elle cristallise en rhombes parfaitement formés, par évaporation spontanée de sa solution alcoolique; elle est anhydre et n'agit pas sur les réactifs colorés.

» A la température de 170° C., elle devient pâteuse; elle fond en un

liquide transparent vers 182° C.; en continuant à chauffer, elle brûle sans laisser de résidu.

» La tanghinine est très peu soluble dans l'eau : 20^{cc} de ce liquide en dissolvent seulement 1^{mgr}. Au bout de quelques heures de contact avec l'eau, elle se gonfle au point de former un mucilage assez épais pour qu'on puisse retourner le vase sans qu'il se produise aucun écoulement de liquide. Lorsqu'on examine au microscope un tel mucilage, on distingue encore nettement les cristaux qui paraissent être en suspension dans un liquide incolore. Cette singulière propriété de la tanghinine est peut-être la cause de la difficulté que j'ai signalée plus haut pour la séparation de l'huile des amandes par simple pression.

» La tanghinine est très soluble, au contraire, dans l'alcool concentré; à la température de 20° C., 100^{cc} d'alcool à 95° en dissolvent 5^{gr},250. Dans l'éther, elle se dissout en quantité assez notable pour qu'il soit possible de l'obtenir cristallisée par évaporation de sa solution.

» La tanghinine dévie à gauche le plan de la lumière polarisée. A la température de 20° C. et pour la solution alcoolique saturée, on a

$$[\alpha]_D = -67°.$$

» L'action des acides étendus employés à chaud est très remarquable : la tanghinine se décompose en donnant naissance à un produit résineux jaunâtre, incristallisable dans l'alcool. Dans cette réaction, il ne se forme pas de sucres réducteurs, comme cela se produit pour des glucosides, tels que l'ouabaïne et la strophantine, qui proviennent d'Apocynées voisines. A côté du produit principal résineux que je viens de citer, il paraît se former une très petite quantité d'une matière excessivement amère.

» L'analyse élémentaire de la substance pure, desséchée à 115° C., m'a donné les résultats suivants :

Carbone.........	65,79	65,70
Hydrogène.......	8,16	8,22
Oxygène.........	26,05	26,08
	100,00	100,00

» En résumé, la tanghinine renferme un peu plus de carbone que la strophantine et que l'ouabaïne; mais, comme ces dernières, elle ne contient pas d'azote. Ce n'est donc ni un alcaloïde, ni un glucoside, et il est nécessaire pour déterminer sa fonction chimique et sa formule d'avoir recours à des dérivés dont l'étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Cellulose colloïde, soluble et insoluble; constitution du papier parchemin*. Note de M. **Ch.-Er. Guignet**.

« Comme cellulose presque pure, on peut prendre les filtres lavés aux acides chlorhydrique et fluorhydrique, si employés maintenant pour les analyses. Le coton cardé, de premier choix, peut aussi servir : mais les produits obtenus sont un peu grisâtres.

» Imprégnée d'acide sulfurique à 50° B., la cellulose (préalablement séchée) se transforme en une masse transparente, gélatineuse, qui garde indéfiniment cet aspect, même en présence de l'excès d'acide, quand la température ne s'élève pas. A 100°, ou même au-dessous, la transformation en dextrine est très rapide.

» Traitée par l'eau et complètement lavée, la cellulose colloïde se dissout dans l'eau pure. Pour enlever facilement les dernières traces d'acide, il est avantageux de laver à l'alcool ordinaire, puis de sécher à une douce chaleur jusqu'à évaporation de l'alcool. En reprenant par l'eau, on a une liqueur d'aspect un peu laiteux, qui filtre aisément et ne laisse rien déposer, même par un repos de plusieurs jours.

» Soumise à l'ébullition, cette liqueur n'est pas altérée ; la cellulose colloïde est même un peu plus soluble à chaud qu'à froid.

» Vue par transparence, la solution paraît d'un jaune orangé presque pur, à peine un peu *rabattu*. Dans le saccharimètre ordinaire, cette solution ne laisse point passer la lumière jaune.

» Un nouveau *compensateur*, réalisé par M. Laurent, permet d'éclairer le saccharimètre avec une lumière blanche très vive : par exemple avec une lampe à pétrole, dont la flamme plate est vue sur la tranche. Nous avons mis à profit cette ingénieuse disposition et nous avons pu constater que la solution de cellulose colloïde dévie le plan de polarisation d'environ trois quarts de degré *à droite*, pour un tube de 10^{cm} de longueur.

» Comme on l'observe en général pour les matières colloïdes, la solution de cellulose colloïde précipite par l'addition de fort petites quantités de matières étrangères : acides sulfurique, azotique, chlorure de sodium, sulfate de soude, acétate de plomb, etc. L'alcool, en quantité suffisante, détermine aussi la précipitation.

» La cellulose colloïde ne réduit pas le tartrate de cuivre et de soude. Elle n'est pas colorée par l'iode. Elle diffère d'ailleurs complètement des achroo-dextrines; car les solutions de ces dextrines ne sont pas précipitées

par l'addition de petites quantités de sels étrangers, et notamment par l'acétate de plomb.

» Séchée sur un marbre enduit de vaseline et très bien essuyé, la cellulose colloïde se présente sous la forme de pellicules brillantes, demi-transparentes, qui se gonflent légèrement dans l'eau froide et s'y dissolvent complètement. On reproduit ainsi la liqueur laiteuse que donne le produit non desséché.

» Plongée pendant quelques instants dans l'acide sulfurique à 60° (ou même à 55°, si l'on prolonge un peu la durée de l'expérience), la cellulose colloïde devient insoluble dans l'eau. Il y a en même temps formation d'un peu de dextrine.

» La cellulose colloïde, bien desséchée, se change en cellulose nitrique, dans les mêmes conditions que la cellulose ordinaire. Elle conserve à peu près le même aspect : elle paraît seulement un peu plus opaque.

» Les propriétés de la cellulose colloïde permettent d'expliquer diverses particularités de la fabrication du *papier-parchemin*, qui est devenu un produit industriel important.

» Certains *parchemins végétaux*, fort minces, abandonnent à l'eau bouillante de la cellulose colloïde. Au contraire, les papiers plus forts ne sont pas attaqués dans les mêmes conditions, sans doute parce qu'on a employé dans la fabrication un acide plus concentré. Il s'est produit de la cellulose colloïde, dans un cas comme dans l'autre : mais, dans le second cas, la cellulose colloïde est devenue insoluble.

» Le parchemin végétal représente, en quelque sorte, un tissu de cellulose ordinaire dont les pores ont été remplis par de la cellulose colloïde.

» C'est ce qu'on peut vérifier aisément en recouvrant de cellulose colloïde les deux faces d'un papier à filtre ordinaire, le faisant sécher lentement et le passant au laminoir entre deux feuilles de zinc poli, comme on fait pour le *satinage* du papier. Le produit ainsi obtenu ressemble tout à fait au parchemin végétal, satiné dans les mêmes conditions.

» Parmi les produits naturels étudiés jusqu'à présent, aucun ne se rapproche de la cellulose colloïde : les matières pectiques, la gélose, etc., en diffèrent par les propriétés les plus essentielles. Ainsi les solutions de ces divers produits ne sont pas précipitées par l'addition de petites quantités de matières étrangères, comme la solution de cellulose colloïde. »

GÉOLOGIE. — *Sur une nouvelle Carte géologique de France au $\frac{1}{500000}$.* Note de MM. **G. Vasseur** et **L. Carez**, présentée par M. Hébert.

« Près de cinquante ans se sont écoulés depuis la publication de la Carte géologique de France dressée à l'échelle du $\frac{1}{500000}$ par Dufrénoy et Élie de Beaumont; aussi, quel qu'ait été le mérite de cette œuvre magistrale au moment de son apparition, elle n'est plus guère aujourd'hui qu'un document historique, rappelant quel était l'état de nos connaissances géologiques il y a un demi-siècle.

» En effet, depuis cette époque, les géologues, stimulés par l'apparition même de cette Carte, ont tellement multiplié leurs recherches et ont publié un si grand nombre de Cartes départementales et de descriptions locales, qu'il n'y a pas une seule région de la France qui n'ait été étudiée à nouveau. Enfin, le Service officiel, fondé d'ailleurs par Élie de Beaumont, a déjà publié un nombre important de feuilles au $\frac{1}{80000}$.

» Il nous a donc semblé que le moment était venu d'essayer une nouvelle coordination des travaux relatifs à la géologie de la France, et nous avons commencé, en 1882, une Carte géologique générale de la France à la même échelle que celle de Dufrénoy et Élie de Beaumont. C'est à ce moment que M. le commandant Prudent terminait sa magnifique Carte chorographique publiée par le Dépôt des Fortifications, et qui est une merveille de netteté et d'exactitude; sur la demande de notre savant maître, M. Hébert, le report de cette Carte nous a été gracieusement accordé par M. le Ministre de la Guerre, de sorte que nous avons pu tracer les contours géologiques avec une précision absolue sur ce cadre si parfait.

» Pour mener à bien une œuvre de cette importance et pour représenter fidèlement l'état actuel de nos connaissances relatives à la constitution du sol de la France, nous ne nous sommes pas bornés à la coordination des travaux déjà publiés, mais nous avons mis à profit nos observations personnelles et nous avons fait le relevé spécial des régions les moins connues. En outre, nous avons fait appel à tous les géologues qui possédaient des renseignements inédits; la plupart d'entre eux ont répondu à notre demande avec un empressement dont nous sommes heureux de les remercier, et si des circonstances regrettables nous ont momentanément privés de documents importants, cette interdiction passagère n'a eu pour résultat

que de retarder la publication de quelques feuilles, sans nuire en rien à l'exactitude du travail.

» Aussi, grâce au précieux concours d'un grand nombre de géologues et à la bienveillance des Services publics dépendant de divers Ministères, l'exécution de la Carte a pu s'accomplir dans les conditions les plus satisfaisantes, et nous présentons avec confiance chacune des feuilles qui la composent comme représentant l'état de la Science au moment de sa publication. La part qui revient à chacun de nos correspondants sera d'ailleurs indiquée dans le texte explicatif que nous ferons paraître très prochainement.

» En dehors du but que nous avons indiqué, l'entreprise de cette publication avait en outre l'avantage de répondre à un vœu formulé en 1881 par le Congrès géologique de Bologne. Sur la proposition de MM. Rutot et Van den Broeck, cette assemblée avait en effet exprimé le désir que chaque nation dressât la Carte géologique de son territoire à l'échelle uniforme du $\frac{1}{5000000}$, afin de rendre plus faciles les comparaisons entre les divers pays.

» L'étage pouvant être considéré comme l'unité géologique, nous nous sommes efforcés de distinguer sur notre Carte toutes les divisions de cet ordre; toutefois, dans quelques parties, l'insuffisance des connaissances stratigraphiques nous a obligés à réunir sous une teinte unique plusieurs termes de cette valeur. Ces groupements, dont l'amplitude est d'ailleurs indiquée par les exposants qui accompagnent les lettres spéciales à chaque système, montrent quelles sont les régions de la France les moins connues et font voir, par suite, aux géologues sur quels points ils doivent de préférence diriger leurs recherches.

» Nous avons suivi, pour la gamme des couleurs que nous avons adoptée, les décisions prises au Congrès de Bologne, c'est-à-dire que la série sédimentaire est représentée, d'une façon générale, par les couleurs du spectre dans leur ordre régulier. C'est ainsi que le trias est colorié en violet, le jurassique en bleu, le crétacé en vert et le tertiaire en jaune, chacune de ces couleurs étant subdivisée en nuances d'autant plus foncées qu'elles sont plus anciennes. Cette méthode, qui n'avait pas encore été employée en grand, a donné les meilleurs résultats et permet à la fois de reconnaître avec une grande facilité les *systèmes* par leur couleur et les *étages* par leur nuance.

» Les roches éruptives ont été coloriées avec les différentes nuances de rouge et les schistes cristallins marqués en rose carmin; enfin, pour les

divisions du primaire, aucune décision n'ayant été prise par le Congrès de Bologne, nous avons cherché à nous inspirer des principes qui avaient guidé dans le choix des couleurs précédentes; nous avons donc réservé au silurien les tons rose chair; au dévonien, les bruns rouges. Quant au carbonifère, il a été désigné, suivant l'ancienne tradition, par le noir et le gris foncé, tandis que le permien, qui se rattache étroitement à la formation précédente, est représenté par un gris jaunâtre.

» Les diverses nuances employées s'élèvent au nombre de cinquante, toutes faciles à distinguer; elles sont obtenues, par des superpositions ou des différences d'intensité, au moyen de treize couleurs primitives.

» Les premières feuilles de la Carte ont paru en 1885 et ont été présentées à ce moment à l'Académie; depuis cette époque, le travail n'a subi aucune interruption et nous avons l'honneur de déposer aujourd'hui la dernière livraison complétant les quarante-huit feuilles qui constituent la Carte entière.

» Nous ne pouvons nous étendre ici sur les faits intéressants qui ressortent de l'examen de cette Carte assemblée, spécialement au point de vue des alignements et de l'étendue respective de chaque étage; mais nous avons le ferme espoir que le labeur considérable que nous a coûté l'établissement de cette Carte ne sera pas perdu et que les géologues pourront en tirer une foule de renseignements utiles. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution du silurien dans la partie orientale du département de la Mayenne.* Note de M. **D.-P. Œhlert**, présentée par M. Hébert.

« Le massif des Coëvrons, situé à la limite de la Mayenne et de la Sarthe, est constitué, ainsi que l'ont reconnu MM. Triger et Hébert, par un pli synclinal dont les flancs ont disparu par érosion et dont l'axe correspond, en général, au faîte de la crête; sa direction nord-est-sud-ouest est une exception à l'allure générale des couches du bassin de Laval, alignées nord-ouest-sud-est. La différence d'orientation entre les deux systèmes correspond à un angle de 120° environ. L'axe de ce synclinal se relève vers le sud-ouest et plonge au nord-est sous le bassin de Paris, disparaissant sous les terrains secondaires; par suite de cette disposition, les couches les plus récentes ne s'observent qu'en se rapprochant de la bordure jurassique.

» L'étude du synclinal des Coëvrons démontre que, entre les poudingues pourprés et le grès armoricain, il s'est déposé une série d'assises qui n'ont point encore été signalées jusqu'ici et parmi lesquelles on remarque des roches témoignant d'éruptions intenses contemporaines. C'est vers l'ouest de la région, au nord de Voutré et de Rouessé-Vassé, qu'on peut suivre cette série avec le plus de précision.

» Au-dessus des poudingues pourprés et des calcaires magnésiens dont l'âge est nettement établi par la comparaison stratigraphique et pétrographique avec les roches analogues du Cotentin (base du cambrien), on trouve des quartzo-phyllades et des schistes, auxquels sont superposés des grès grossiers (grès inférieurs) formant une bande épaisse qui peut être aisément confondue, dans certains cas, avec le grès armoricain. Ce système de grès est surmonté par des pétrosilex zonés, nettement stratifiés, des poudingues pétrosiliceux et des brèches de porphyrite, ainsi que par des tufs indiquant l'existence des éruptions dont nous venons de parler et auxquelles ont été empruntés les éléments des roches en question. Cet ensemble de couches donne lieu à d'importantes exploitations. A ces dépôts succèdent quelques bancs de grès, de blaviérite et des schistes verdâtres et violets en alternance comprenant des psammites jaunâtres et violacés, dans lesquels M. Crié a signalé un niveau fossilifère (*Lingula Lesueuri*, *L. Criei*, *L. crumena*) et dont M. Guillier a étudié approximativement la position. Après avoir dépassé ce niveau, on rencontre un grès ferrugineux divisé en plaquettes, visible au Château de l'Hôpiteau.

» Au centre du synclinal que nous venons d'étudier, apparaissent les couches les plus récentes disposées dans l'ordre habituel : grès armoricain, schistes ardoisiers fossilifères de la faune seconde, grès supérieur, ampélites et schiste à sphéroïdes.

» A partir de ce point, le synclinal disparaît sous le terrain jurassique, cachant peut-être ainsi des couches d'âge plus récent.

» Au sud de la chaîne des Coëvrons, après avoir traversé un pli anticlinal constitué par des schistes archéens (butte de Clougautier), on retrouve dans la Charnie une série semblable à celle que nous venons de décrire, mais appartenant au bassin de Laval et, par suite, orientée du nord-ouest au sud-est comme tous les dépôts de ce bassin. A Sainte-Suzanne le grès inférieur forme la crête de la Charnie, tandis que les roches pétrosiliceuses et la brèche porphyritique apparaissent entre Livet et Saint-Léger; nous ajouterons que le grès ferrugineux en plaquettes inférieur au grès

armoricain se montre au sud de Blandoüet, où il est très fossilifère par places (nombreuses petites *Lingules*).

» En comparant ces dépôts aux formations analogues de l'Angleterre et de la Bretagne, on constate que ces dernières sont d'âge différent.

» En effet, les roches porphyritiques, les quartzfelsites, les brèches et les conglomérats du pays de Galles ont été classés définitivement par MM. Hicks et Hughes dans la série précambrienne. Quant au cambrien, il présente généralement à sa base, comme dans le massif armoricain, une assise de poudingues et de schistes rouges.

» Dans une coupe relevée à Aurigny ([1]), M. Bigot a indiqué l'existence d'une couche de poudingue qu'il assimile aux poudingues pourprés et dont les galets sont empruntés à une microgranulite sous-jacente, qui, par ses caractères pétrographiques, se rapproche des porphyres pétrosiliceux. Cette roche éruptive, formée antérieurement au dépôt des poudingues pourprés, appartient donc à la période archéenne, comme les roches éruptives du pays de Galles.

» M. Barrois ([2]) a également découvert en Bretagne, à Lanmeur, dans le Trégorrois, des diabases et des porphyrites interstratifiés avec des tufs au milieu de schistes et de quartzites; mais ces derniers se trouvent au-dessous du grès pourpré et du poudingue de Montfort et sont, par conséquent, comme dans le cas précédent, inférieurs au cambrien.

» La série sur laquelle nous appelons l'attention est, au contraire, comprise entre le poudingue pourpré (base du cambrien) et le grès armoricain (silurien moyen).

» La connaissance de ces roches, qui apporte des documents nouveaux au point de vue stratigraphique et pétrographique, permettra aussi, sans doute, de découvrir la faune primordiale, qui n'a pas encore été signalée dans le massif armoricain. »

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XVI, p. 417; mars 1888.

([2]) *Annales de la Société géologique du Nord*, t. XV, p. 240; juin 1888, et t. XVI, p. 6; novembre 1888.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur de nouvelles empreintes problématiques boloniennes.* Note de M. **H. Boursault**.

« Les couches supérieures du terrain jurassique du Boulonnais ont déjà fourni plusieurs vestiges de ces organismes singuliers, généralement désignés sous le nom de *bilobites*. M. Stanislas Meunier, qui, le premier, a signalé leur présence à ce niveau, a donné une description détaillée des espèces trouvées dans les falaises de Châtillon (Boulogne) et d'Equihen ([1]). Elles sont toutes représentées dans un nouveau gisement que je viens de trouver près de la digue du Portel; mais il faut surtout signaler ici l'abondance des *Tigillites* et des *Eophyton*, dont les reliefs couvrent de très grandes plaques.

» Les *Crossochorda* sont beaucoup plus rares, cependant ceux que j'ai vus sont remarquables par la finesse de leur dessin et par leur longueur; on peut les suivre sans interruption à la surface de belles plages fossiles à larges ondulations.

» A côté de ces espèces, j'ai pu en recueillir deux nouvelles. La première n'est, malheureusement, qu'à l'état d'empreinte négative, mais il est aisé de voir que l'on se trouve en présence du moule en creux laissé par une algue du genre *Taonurus*, dont l'existence est connue depuis le trias jusqu'au miocène et a même été signalée il y a quelques années dans le kimméridgien de la Charente. Je donnerai à cette espèce le nom de :

» *Taonurus boloniensis*. — Empreinte en forme de fer à cheval allongé, à ouverture légèrement évasée et à axe recourbé; le bord est formé par un sillon profond de section circulaire, correspondant au bourrelet marginal caractéristique du genre. Les deux bords sont réunis par une série de plis courbes retombant les uns sur les autres et concaves du côté de l'ouverture. Les dimensions sont : longueur, $0^{m},11$; largeur moyenne, $0^{m},6$. Ce *Taonurus* est très abondant, certaines plaques en sont entièrement couvertes; on peut ainsi constater qu'il n'y a aucun ordre dans l'arrangement des empreintes et que l'orientation est nulle.

» La seconde empreinte est absolument nouvelle, ce sera :

» *Portelia Meunieri*. — Tiges cylindriques, d'un diamètre de 11^{mm} et d'une longueur indéterminée, couchées dans un canal creusé à la surface supérieure des bancs. Les parois de cette gaine, dont le diamètre est un peu plus grand que celui du corps

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1122, 17 mai 1886, et p. 1260, 31 mai 1886.

intérieur, sont criblées de petites cavités hémisphériques de 2^{mm} ou 3^{mm} de profondeur; les bords du canal présentent ainsi des sections dentelées. Cette empreinte est assez bien celle d'une tige épineuse dont le test a disparu; il ne reste que le moule interne et le moulage de la surface.

» Ces tiges sont étendues dans toutes les directions et en grand nombre à la surface des blocs; elles se replient quelquefois sur elles-mêmes et s'entre-croisent sans qu'il y ait de déformation apparente; on voit aussi quelques exemples de dichotomie. Le calcaire gréseux du Portel est malheureusement trop grossier pour permettre une étude détaillée de ces corps; mais l'allure générale suffit bien, je crois, pour démontrer qu'il s'agit de vestiges réels et non de simples pistes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Étude sur les croisements artificiels du blé.* Note de MM. **E. Gatellier**, **L. L'Hote** et **Schribaux**.

« Il résulte d'expériences précédemment publiées sur la richesse en gluten du blé : 1° que cette richesse dépend aussi bien de la culture que de l'espèce de blé; 2° que l'on peut obtenir à la fois et gros rendement de blé et richesse en gluten en cultivant convenablement certaines variétés.

» Mais la qualité du blé ne tient pas seulement à la richesse en gluten; d'autres considérations doivent intervenir, par exemple le rendement en farine, qui peut tenir à l'épaisseur de l'écorce.

» Nous nous sommes proposé de créer des espèces de blé réunissant pour le cultivateur les avantages de la grande production, de la qualité du grain, à tous les points de vue, et de la qualité de la paille. Nous avons cherché à obtenir ces variétés par le croisement artificiel d'espèces réputées productives avec d'autres ayant la réputation de fournir du grain de bonne qualité.

» *Choix des variétés croisées.* — En 1884, nous avons commencé par croiser le blé de Crépy, dont le grain passe pour être de bonne qualité, avec trois autres espèces prolifiques : le blé Roseau, le Victoria blanc, le Goldendrop.

» Cette même année 1884, plusieurs missions de cultivateurs français ont été envoyées en Allemagne et nous ont rapporté le fameux blé Shireff's square head, qui donne chez nos voisins de très beaux rendements. Nous avons donc semé ce blé et nous l'avons pris comme base de nouveaux croisements effectués en 1885 avec cinq autres espèces pouvant apporter

la qualité : le blé de Crépy, le blé de Bergues, le blé Belotourka barbu, le blé Dattel, déjà obtenu par croisement, et le blé de Hongrie barbu.

» Les croisements ont été opérés en prenant les précautions indiquées par MM. Shireff et Vilmorin.

» Dans les deux séries de croisements que nous avons effectuées en 1884 et en 1885, les opérations ont été faites dans les deux sens inverses, c'est-à-dire que chaque espèce croisée avec une autre a été employée successivement comme mère et comme père.

» *Sélection des nouvelles variétés obtenues.* — Sur cent opérations ainsi conduites, nous avons récolté 50 grains, c'est-à-dire que nous avons réussi dans la moitié des cas.

» Les grains récoltés ont été semés à l'automne suivant, dans des lignes séparées d'après les différentes catégories de croisement. Le même croisement nous a donné dès la première récolte une ou plusieurs variétés distinctes qui ont été classées suivant les caractères de forme et de couleur de l'épi. Ces diverses variétés, semées séparément après la récolte, ont fourni, la troisième année, des produits desquels on a éliminé les épis présentant les caractères extérieurs, soit du père, soit de la mère, et nous n'avons conservé comme semence que les grains provenant des épis représentant soit la variété primitivement obtenue, soit une catégorie nouvelle.

» La quatrième année, nous avons encore éliminé les rares épis dans lesquels nous ne retrouvions pas fixés les caractères que nous avions observés dans les variétés des récoltes précédentes. C'est ainsi que nous avons éliminé deux variétés provenant de croisements avec des blés barbus et qui nous avaient donné des épis barbus.

» *Dénomination des nouvelles variétés.* — Les blés nouveaux ont été dénommés par le nom du père, que nous avons fait suivre du nom de la mère et par un numéro. Le n° 0 indique les croisements obtenus en 1884, et le n° 1 les croisements obtenus en 1885. Les variétés obtenues après une deuxième récolte ont été désignées par la mention *bis*.

» Ainsi, par exemple, pour les croisements du Shireff avec le Crépy, nous avons établi les distinctions suivantes : Shireff-Crépy n° 1, Shireff-Crépy n° 2; Crépy-Shireff n° 1, Crépy-Shireff n° 2, Crépy-Shireff n° 2 *bis*. Cela veut dire que les deux premières variétés ont le Shireff comme père et le Crépy comme mère, que les deux suivantes ont le Crépy comme père et le Shireff comme mère, et que la dernière provient d'une sous-variété du Shireff-Crépy obtenue après une deuxième récolte.

» *Caractères des nouvelles variétés récoltées.* — Nous avons envisagé suc-

cessivement : 1° les caractères extérieurs de l'épi et du grain; 2° la composition chimique du grain ; 3° les rendements en grain; 4° la proportion d'amande du grain par rapport au son.

» Nous avons reconnu que, sur 37 produits de croisements : 20 ressemblent surtout à la mère, 16 tiennent à la fois du père et de la mère et 1 ne ressemble ni à l'un ni à l'autre. Ces résultats font supposer que, dans les croisements artificiels du blé, l'influence de la mère est généralement prépondérante.

» *Composition chimique des variétés de croisement.* — L'analyse chimique du grain a été effectuée sur les produits de l'année 1887; toutes nos variétés avaient été semées dans le même terrain. En 1888, nous avons été obligés d'étendre la culture de nos produits dans des terrains de composition différente, et l'on sait par nos travaux précédents que la richesse en gluten du blé peut être largement influencée par la nature du sol qui sert de support aux récoltes. C'est la raison pour laquelle nous n'avons opéré, pour l'analyse chimique, que sur les produits de 1887 obtenus sur un sol riche, renfermant par kilogramme de terre séchée à 110° :

Acide phosphorique	3,050
Azote	2,232

Nous ne donnons ici que les analyses se rapportant aux familles principales.

» Dans 100 de blé sec, on a dosé :

Variétés.	Acide phosphorique.	Azote.	Gluten calculé.
Crépy	1,13	2,74	17,12
Shireff	1,18	2,58	16,12
Shireff-Crépy n° 1	1,11	2,74	17,12
Shireff-Crépy n° 2	1,02	2,48	15,50
Crépy-Shireff n° 1	1,13	2,49	15,58
Crépy-Shireff n° 2	1,06	2,35	14,68
Crépy-Shireff n° 2 *bis*	1,15	2,53	15,81
Bergues	1,17	2,59	16,18
Shireff-Bergues n° 1	1,15	2,71	16,93
Shireff-Bergues n° 2	1,09	2,73	17,06
Bergues-Shireff n° 1	1,03	2,55	15,93
Bergues-Shireff n° 2	1,09	2,49	15,56
Dattel	1,05	2,60	16,75
Shireff-Dattel n° 1	1,09	2,29	14,31
Shireff-Dattel n° 2	1,11	2,37	14,87

Variétés.	Acide phosphorique.	Azote.	Gluten calculé.
Dattel-Shireff n° 1	1,01	2,52	15,75
Dattel-Shireff n° 2	1,04	2,51	15,68
Hongrie	1,09	3,06	19,12
Shireff-Hongrie	1,18	2,59	16,18
Hongrie-Shireff	1,04	2,57	16,06

» Si l'on examine ce Tableau, on voit que les produits sont tantôt plus riches en gluten et tantôt moins riches que les espèces originaires. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les moyens de détruire les Insectes hémiptères qui nuisent aux épis en formation du maïs et du blé.* Note de M. **Alexandre Laboulbène**, présentée par M. Blanchard.

« Après avoir reconnu et apprécié les dégâts commis par les Hémiptères nuisibles aux céréales, il convient d'indiquer les meilleurs moyens de s'opposer à leurs déprédations.

» Les cultivateurs landais faisaient la chasse aux Pentatomes du maïs jusqu'à deux ou trois fois par jour, en saisissant les insectes à la main et les écrasant sous les pieds; d'autres en les réunissant dans une boîte ou un sac, puis en les enfouissant dans la terre. Ces procédés employés le matin, le soir et aussi pendant le jour, réussissent avec les larves qui ne volent point, mais ces larves sont plus agiles au soleil et cherchent à échapper aux doigts qui veulent les prendre. Les insectes ailés ne se récoltent bien que le matin et le soir, ainsi que pendant les jours sombres ou couverts.

» Bonafous rapporte (*loc. cit.*) que, dans les environs de Murcie, le peuple des campagnes, secondé par l'autorité, fait « la cueillette de la *Pau-* » *lina* avec plus de soin que celle des olives ». La nature semble avoir refusé à l'insecte destructeur l'instinct de la conservation; il se laisse approcher et prendre sans chercher à fuir. On ramasse les insectes dans des sacs, après quoi on les écrase. Ensuite des soldats, envoyés par l'autorité locale pour surveiller cette opération, font mettre le feu aux champs qui ont été souillés, afin d'empêcher les paysans de se nourrir du grain qui a été piqué et regardé comme pouvant causer des accidents mortels. Cette dernière pratique est évidemment trop rigoureuse; le pain fait avec les grains de blé piqués est mauvais, mais non extrêmement nuisible. — M. Pomel a reconnu que les grains atteints par le rostre de l'*Ælia cognata*,

insinué entre les glumes, conservent une odeur nauséabonde qui répugne à l'homme et aux animaux, mais l'embryon est ordinairement conservé dans ces mêmes grains. Les indications de Bonafous montreraient que la *Paulina*, que je regarde comme une espèce d'*Ælia*, n'est pas difficile à prendre.

» Les grains de maïs non piqués par la *Pentatoma viridula*, dans un épi même fortement atteint, ne sont pas de mauvaise qualité; ils sont, au contraire, gros et bien formés.

» Il est de la plus grande importance de recueillir les Pentatomes à l'état de larve, et dès qu'elles sont assez grosses pour être facilement aperçues. Elles proviennent d'œufs déposés par les insectes femelles qui ont passé l'hiver et qui pondent sur le maïs ou le blé avant la floraison. On doit continuer assidûment la chasse des insectes déprédateurs, car ils sont de plus en plus avides et redoutables à mesure qu'ils se développent. Les insectes parfaits vivent longtemps sous leur dernière forme. J'ai déjà fait observer que, à l'état de larve et de nymphe incapables de voler, les Pentatomes qui sucent les graines à l'état lactescent peuvent être recueillies pendant toute la journée, mieux à la fraîcheur du matin et du soir. Avec le soleil, quand le jour est chaud, les insectes sont plus agiles, ils se dérobent en courant ou en se laissant choir à terre; les mâles et les femelles s'envolent.

» A mon avis, on doit recueillir les Pentatomes et les Ælies en parcourant avec la main la surface de l'épi de maïs, en secouant un épi de blé, de manière à rassembler plusieurs insectes et à les faire tomber dans un récipient approprié de moyenne grandeur. Un vase de bas prix, en terre vernie ou en métal, un bidon soit à ouverture peu large, soit recouvert d'une sorte d'entonnoir confectionné avec du carton lisse ou du papier fort, mieux en métal, permettrait une capture rapide, faite par des femmes, des enfants, des personnes peu occupées ailleurs. J'ai conseillé, dans les Landes, de mettre au fond du vase une couche mince d'essence de térébenthine commune, ne coûtant presque rien, et qui tue de suite les insectes tombés dans le vase. Le pot de terre vernissé ou de métal pourvu d'une couche de 1^{cm} environ d'essence, de pétrole, de benzine impure, ou de tout autre composé hydrocarburé insecticide, le moins coûteux, peut rendre les plus grands services. Je puis ajouter que M. le professeur Emile Blanchard m'a donné son approbation. Pour se débarrasser des insectes morts ou asphyxiés, il ne reste plus qu'à les enfouir ou à les brûler avec toutes les précautions convenables.

» Une destruction assidue, répétée avec persévérance et pendant tout

le temps nécessaire, suffira pour débarrasser les champs de céréales. Comme rien ne fait apercevoir sur l'épi de maïs recouvert de son enveloppe ou sur l'épi de blé avec ses glumes, les ravages des Pentatomes ou des *Ælies* et qu'il n'est possible de s'en rendre compte qu'après la récolte, le grain étant à découvert, on doit capturer soigneusement tous les insectes déprédateurs jusqu'au moment où les grains de maïs et de blé sont devenus durs et secs.

» En résumé, la destruction des insectes faite dès leur apparition, continuée assidûment, constitue le meilleur moyen de préserver les récoltes des céréales des Insectes hémiptères qui leur sont nuisibles. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Diplopie monoculaire*. Note de M. **C.-J.-A. Leroy**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Au cours d'un travail sur le microscope, il m'a été donné d'étudier un fait singulier. Après avoir observé un certain temps, dans les conditions ordinaires, des diatomées principalement, je ressens un trouble persistant de la vue que j'ai considéré tout d'abord comme un effet de fatigue sans m'en préoccuper davantage; cependant un jour mon attention s'est portée de ce côté, et depuis j'ai constaté ce qui suit :

» Le trouble porte non pas sur l'œil qui a travaillé, dont la vision reste remarquablement nette, mais exclusivement sur celui qui n'a pas été employé, soit sur l'œil droit si j'ai employé l'œil gauche, ou sur l'œil gauche si j'ai employé l'œil droit.

» Si je me place alors devant le tableau optométrique, à la distance habituelle de 5^m (je porte des verres qui rendent ma vision parfaite des deux côtés), les lettres sont brouillées. Or, si j'essaye de corriger cet effet par des verres sphériques, je n'obtiens aucune amélioration, et si je m'arrange de manière à mettre en jeu une fraction quelconque de mon accommodation, tout en y voyant le plus nettement possible, le même trouble persiste. Il n'est donc pas dû à un défaut d'accommodation symétriquement réparti.

» Si je regarde alors un tableau de lignes radiées (diagnostic de l'astigmatisme), je constate que les horizontales sont troubles, tandis que les verticales sont nettes ; mais aucun verre cylindrique ne modifie cette différence. Il ne s'agit donc pas non plus d'astigmatisme simple.

» J'en étais resté à ce point pendant quelques jours, lorsque, regardant

attentivement la ligne horizontale de drapeaux qui parcourt le faîte de la galerie des machines à l'Exposition (distance 1^{km}), j'ai constaté que cette ligne était nettement dédoublée ; dès lors, il me fut facile de vérifier que ce trouble, ce faux astigmatisme, n'était autre chose qu'une diplopie se produisant toujours dans le sens vertical. Ainsi une ligne horizontale me paraît double tandis qu'une ligne verticale me paraît simple; quant aux lignes intermédiaires, leur dédoublement décroît d'une manière continue depuis l'horizontale où il est maximum jusqu'à la verticale où il est nul.

» Si avec un petit trou de $0^{mm},8$ à $1^{mm},0$ j'examine une ligne horizontale, je ne vois à la fois qu'une des images ; mais, en déplaçant verticalement le petit trou, je vois successivement les deux images et, en imprimant au déplacement une vitesse convenable, les choses se passent comme si la ligne était agitée de soubresauts. Cette diplopie ne se produit donc pas dans les centres cérébro-rétiniens, mais son organe est au contraire dans l'appareil dioptrique.

» Enfin, si j'examine à l'aide d'un nicol tournant, aucune des deux images ne s'affaiblit; il ne s'agit donc pas d'un phénomène de double réfraction. D'ailleurs, le 9 juin, j'ai obtenu de la triplopie très manifeste au lieu de la diplopie que j'avais exclusivement constatée jusqu'alors. Seulement la troisième image était pâle; la deuxième est généralement moins intense que la première ou image principale.

» Cette diplopie, ou plus exactement cette polyopie, est donc due à un trouble mécanique temporaire qui se produit dans les milieux dioptriques, cornée ou cristallin, probablement le cristallin, de manière à amener le même effet, dans le cas de diplopie, que la lentille sciée de Billet.

» La valeur de cette diplopie est très variable; elle est plus grande si l'application de l'œil a été plus longue et plus soutenue et en même temps elle persiste plus longtemps. Elle est aussi plus énergique si, d'une expérience à l'autre, on fait toujours travailler le même œil exclusivement. Sa durée atteint jusqu'à plusieurs heures, mais je ne l'ai jamais vue persister jusqu'au lendemain au réveil.

» Elle disparaît d'une manière progressive et continue, et, s'il y a triplopie, l'œil passe par la diplopie simple avant de revenir à l'état normal. Ainsi, le 9 juin, j'ai commencé à travailler avec l'œil gauche à 10^{h} du matin; à $10^{h}30^{m}$, il y avait diplopie et à 11^{h} triplopie. J'ai alors mesuré l'écartement des images et l'ai trouvé de $4'$ pour la deuxième image et $8'$ pour la troisième. A midi la triplopie avait disparu et il restait encore de la diplopie.

» Comme conditions d'examen, j'observais au microscope des diatomées ou des objets placés à la limite de la visibilité; j'obtenais aussi bien la diplopie en regardant à travers un petit trou un phénomène délicat à saisir au moment de son apparition ou de sa disparition dans un champ très restreint; j'ai obtenu encore un résultat positif en examinant des images ophtalmométriques; ici l'anneau oculaire est de $2^{mm},5$.

» Au point de vue physiologique, je ne puis fournir aucune explication sur la manière dont se produit cette diplopie temporaire verticale, sur l'œil qui ne travaille pas pendant que l'autre œil est appliqué; mais, au point de vue clinique, il y a lieu de rechercher jusqu'à quel point cette diplopie se produit chez d'autres personnes dans les mêmes conditions, si elle n'est pas permanente chez d'autres. Dans ce cas, elle pourra être prise pour de l'astigmatisme, mais, le verre cylindrique ne corrigeant pas la vue, des épreuves convenablement dirigées conduiront rapidement au diagnostic positif si le sujet est intelligent. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un nouveau bacille pyogène.* Note de MM. **Rietsch** et **du Bourguet**, présentée par M. Duclaux.

« L'un de nous, M. du Bourguet, a eu occasion d'observer à l'hôpital militaire turc de Beyrouth trois cas de l'affection appelée *ulcère de l'Yémen.*

» N'ayant pu faire sur place des cultures sur plaques, il a dû se contenter de piquer en tubes de gélose une tige de platine qui avait touché l'ulcère. Ces tubes n'ont pu être examinés au laboratoire de Bactériologie de l'École de Médecine de Marseille que six semaines après. Trois tubes avaient été ensemencés avec un ulcère récent, n'ayant subi aucun pansement, et au moment de l'entrée du malade à l'hôpital; on a seulement lavé la plaie au sublimé avant de la toucher avec le platine. Ces trois tubes ont présenté, au moment de l'examen, des cultures pures d'un bacille qui nous semble ne pas encore avoir été décrit.

» Ce bacille est de longueur assez variable et sa largeur n'est pas non plus tout à fait constante : il mesure en moyenne $1^{\mu},5$ et est alors à peu près deux fois plus long que large. Parfois il est tellement court qu'on le prendrait presque pour un coccus, ses extrémités étant arrondies.

» En gélatine, il forme des colonies sous forme de tâches jaunâtres, granuleuses, qui prennent bientôt un aspect mamelonné et liquéfient rapide-

ment le milieu. Par piqûre en tube, il se forme une mince bande blanchâtre le long du trait; puis la gélatine est liquéfiée dans toute la largeur du tube, mais seulement dans la partie supérieure de celui-ci; tout le liquide est trouble; un dépôt blanc se forme au-dessus de la gélatine restée solide, dans laquelle on n'aperçoit qu'une mince ligne bleuâtre. Après quelques jours, la liquéfaction devient bien plus lente et semble même s'arrêter.

» Ce bacille se développe encore très bien dans le bouillon, qu'il trouble uniformément avec un léger dépôt blanc et sans pellicule; dans la gélose, sur laquelle il forme une couche blanche, cireuse, irisée; mieux encore sur la gélose glycérinée, et sur le sérum, qui est liquéfié. Sur la pomme de terre apparaissent des stries larges, proéminentes, jaunâtres, d'aspect humide; après quelques jours, la pomme de terre prend une teinte brune.

» Il est décoloré par la méthode de Gram ; jusqu'à présent nous ne l'avons vu ni se mouvoir ni former des spores.

» En inoculation hypodermique, son action est à peu près nulle sur les pigeons, poules et souris blanches. Chez deux cobayes, il a donné une tumeur qui s'est résorbée au bout de quelques jours. Le lapin est plus sensible : il se forme une poche purulente dont le pus augmente et qui arrive à abcéder. Dans le pus blanc, crémeux, nous avons trouvé le bacille; ensemencé en gélatine, ce pus a donné des cultures pures. Cet abcès devient volumineux quand l'inoculation est faite à une patte; à l'oreille, il reste beaucoup plus petit. Nous avons vu aussi un lapin mourir en cinq jours sans avoir eu de réaction locale; la température était montée jusqu'à 39°, 8. A l'autopsie, on a constaté la présence du bacille en grande abondance dans le liquide péritonéal, le cœur, le foie et surtout le poumon.

» Nous ne prétendons pas évidemment, sur des données aussi restreintes, établir une relation de cause à effet entre notre bacille et l'ulcère de l'Yémen : il est possible cependant que cette relation existe. Nous nous proposons de poursuivre nos recherches sur ce sujet. »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. *W. Lothian Green,* la seconde Partie d'un Ouvrage intitulé : « Westiges of the molten globe ».

« Après être revenu sur l'idée remarquable qu'il a émise en 1875, dans la première Partie, que la configuration de la partie solide du globe rappelle grossièrement celle d'un tétraèdre, forme que doit prendre une écorce sphérique qui s'écrase par la contraction de son support, l'auteur fait un

exposé des phénomènes volcaniques des îles Hawaï, qu'il habite depuis longtemps, en y joignant la Carte de cet archipel avec ses cratères, à l'échelle de $\frac{1}{1200000}$.

» Cet Ouvrage est imprimé à Honolulu même; on est surpris de voir combien, dans son isolement, M. W. Lothian Green se tient au courant de toutes les publications scientifiques. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 juin 1889.

(*Suite*.)

L'alcool et sa toxicité, etc.; par MM. Laborde et Magnan. Paris, G. Masson, 1888; br. in-8°. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours du prix Bellion.)

P.-A. Dangeard. — *Recherches sur les Algues inférieures. — Les Péridiniens et leurs parasites. — Recherches sur les* Cryptomonadinæ *et les* Euglenæ. — *Mémoire sur les Chytridinées. — Mémoire sur les Algues;* 5 br. in-8°. (Renvoyé au concours Montagne.)

École nationale des Ponts et Chaussées. — Collection de dessins distribués aux élèves (un album). *Légendes explicatives des Planches.* Tome troisième, 5e fascicule, 22e livraison; 1888. Paris, Imprimerie nationale, 1889.

La fauna dei calcari con fusulina della valle del fiume Sosio, nella provincia di Palermo; per Gaetano Giorgio Gemmellaro; fascicolo II. Palermo, Michele Amenta, 1889; 1 vol. in-4°.

Catalogo dei minerali e delle rocce vesuviane; per Arcangelo Scacchi. Napoli, Domenico de Falco e Figlio, 1889; br. in-f°.

Sulle ossa fossili trovate nel tufo dei vulcani fluoriferi della Campania. Memoria di Arcangelo Scacchi. Napoli, tip. della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, 1888; br. in-f°.

Resultados del observatorio nacional argentino en Cordoda, durante la di-

reccion del Dor Benjamin A. Gould. Vol. X : *Observaciones del año* 1877. Buenos Aires, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

Bergens Museum. — Den Yngre Jernalders Svaerd. Et bidrag til Vikingetidens historie og teknologi ved A.-L. Lorange. Udgivet ved Ch. Delgobe. Bergen, John Griegs Bogtrykkeri, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juin 1889.

Éléments de Statique graphique; par Eugène Rouché. Paris, Baudry et Cie, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Traité d'Optique; par M. E. Mascart. Tome premier. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; troisième série, tome II, IVe livraison, 1888. — *Études sur le terrain houiller de Commentry; par* MM. de Launay, Stanislas Meunier, Ch. Brongniart et Émile Sauvage. 1 vol. in-8° et un atlas in-f°. — Tome III, Ire livraison, 1889; 1 vol. in-8° et un atlas in-f°.

Traité des maladies du cœur. — Étiologie et clinique; par le Professeur G. Sée. Tome I. Paris, Lecrosnier et Babé, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Application de la loi du 27 *mai* 1885 *sur la relégation des récidivistes. — Rapports annuels; par* M. Paul Dislere, 1886-1887-1888. Melun, Imprimerie administrative, 1889; br. in-8°. (Trois exemplaires.)

Observatoire astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon. Premier Bulletin chronométrique, publié par M. L.-J. Gruey. Besançon, Millot frères et Cie, 1888; br. in-4°.

Traité d'Homo-Homéopathie. — Médicaments réunis par séries et groupes physiologiques; par le Dr Conan (Mériadec). Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1888; 1 vol gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Pommier à cidre sur doucin et autres arbres fruitiers sur sujets nains; par Xavier Lévrier. Niort, L. Favre, 1889; br. in-8°.

Les taches solaires et les variations du magnétisme terrestre; par le Prof. Jean Luvini. Turin; br. in-8°.

Notizie sulla vita e sulle Opere di Giorgio Enrico Halphen; dal socio Francesco Brioschi (*Rendiconti della R. Accademia dei Leincei*). Roma, Tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1889; br. gr. in-8°.

The faults in the triasic formation near Meriden, Connecticut; by William Morris Davis. Cambridge, printed for the Museum, 1889; br. in-8°.

Observations made at the Hongkong observatory, in the year 1888; *by* W. DOBERCK. Hongkong, printed by Noronha and C°, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. WILD. — Jahrgang 1887. Theil II : *Meteorologische Beobachtungen der Stationen; 2. Ordnung in Russland nach dem internationalen Schema.* Saint-Pétersbourg, 1888; 1 vol. gr. in-4°.

The fisheries and fishery industries of the United States; by GEORGE BROWN GOODE. Section III : *The fishing grounds of North America.* Section V : *History and methods of the fisheries,* vol. I-II and Plates. Washington, Government printing Office, 1887; 4 vol. gr. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUIN 1889.

Exercices de Géométrie analytique et de Géométrie supérieure; par J. KŒHLER. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1886-1888; 2 vol. in-8°.

Nivellement de haute précision; par CHARLES LALLEMAND. Paris, Baudry et Cie, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Théorème relatif au calcul du poids de vapeur présent dans le cylindre; par M. E. CORNUT. Lille, L. Danel, 1888; br. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Traité d'Anatomie comparée pratique; par CARL VOGT et ÉMILE YUNG; 14e livraison. Paris, C. Reinwald; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Exposition universelle de 1889. — *Ministère de la Guerre.* — *Service géographique de l'armée.* — *Notice sur les objets exposés.* — *Instruments.* — *Cartes.* Paris, L. Baudoin et Cie, 1889; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires présentés et lus à l'Institut égyptien, publiés sous les auspices de S. A. Méhémet Thewfik Pacha. Tome II, première et deuxième Partie. Le Caire, 1889; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Répertoire de Psychologie; par MATHIAS MARTINEAU. Montréal, Eusèbe Senécal et Fils, 1889; br. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; 4e, 5e, 6e et dernière livraison du volume XLI; cinquième série, tome I, 1887. Bordeaux, J. Durand; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; Tome LII de la collection. Tome XXV. Troisième série, année 1888. Troyes, Dufour-Bouquot; 1 vol. gr. in-8°.

Vestiges of the molten globe. Part II : *The Earth's surface features and volcanic phenomena; by* W. M. Lowthian Green. Honolulu, *Hawahan Gazette* publishing C°, 1887 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Report on the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. « *Challenger* » (1873-1876) : *Zoology*, vol. XXVIII. Vol. XXIX, text, first half. — Vol. XXIX, text, second half. — Vol. XXIX, Plates. London, 1888; 4 vol. gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Armand Gautier*, pour remplir, dans la Section de Chimie, la place laissée vacante par le décès de M. *Chevreul*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Arm. Gautier** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XXX du « Recueil des Savants étrangers » est en distribution au Secrétariat.

PHYSIQUE. — *Sur l'état de la matière au voisinage du point critique;* par MM. L. Cailletet et E. Colardeau.

« Cagniard-Latour a montré qu'en chauffant, dans un tube scellé, de l'eau ou de l'éther à une température suffisante, on observe la disparition subite de la surface terminale du liquide. L'interprétation parut très simple à ce physicien, qui la formula immédiatement en disant que, lorsqu'un liquide enfermé en vase clos dépasse une certaine température, il se vaporise totalement dans l'espace qu'il occupait primitivement à l'état liquide.

» Dans ses expériences classiques sur la liquéfaction et le point critique de l'acide carbonique, Andrews émet quelques doutes sur cette manière de voir; mais la discussion de l'ensemble de ses observations ne lui permet pas de donner, d'une façon positive, une interprétation plus satisfaisante, et aucune conclusion nette ne peut être tirée de son Mémoire.

» Nous nous sommes demandé si les choses se passent réellement comme le pensait Cagniard-Latour, et nous avons cherché à déterminer, par diverses expériences, si, malgré la transformation apparente de toute la masse en gaz, l'état liquide ne persisterait pas au delà de la température critique.

» Nous avons pour cela eu recours à une matière pouvant se dissoudre dans l'acide carbonique liquéfié, en le colorant. Des expériences, faites il y a quelques années par l'un de nous [1], avaient montré que l'iode jouit de cette propriété.

» Nous avons déposé, par vaporisation, une petite quantité de cette matière à la partie supérieure des tubes à compression. Une légère couche d'acide sulfurique placée sur le mercure le protège et empêche la formation de l'iodure qui entraverait les expériences. Dès que le gaz liquéfié atteint le niveau de cet iode, il prend une coloration rose violacé, d'un aspect analogue à celui de l'iode en vapeurs ou dissous dans le chloro-

---

[1] Cailletet et Hautefeuille, *Changements d'état dans le voisinage du point critique* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 840; 1881). Dans cette Note, nous avions indiqué également l'huile de galbanum comme colorant; mais la médiocre solubilité de cette substance ne nous avait donné que des résultats dont la netteté est loin d'être comparable à ce que donne l'iode.

forme. En chauffant le tout au-dessus de 31°, température critique de l'acide carbonique, le ménisque disparaît avec les caractères habituels, mais la coloration persiste dans toute la région du tube occupée primitivement par le liquide. Elle ne se répartit pas dans toute la masse. Au voisinage du point où le ménisque a disparu, elle s'affaiblit graduellement sur une longueur de quelques millimètres sans atteindre la région supérieure du tube, qui reste incolore. Ceci semble indiquer que la surface seule du liquide disparaît, mais que celui-ci continue à exister au fond du tube.

» On pourrait objecter, toutefois, qu'au-dessus du point critique la vapeur peut jouir de la propriété de dissoudre l'iode. Il n'en est rien, car la partie supérieure de la masse reste incolore au contact de l'iode solide adhérant au tube.

» L'emploi du spectroscope confirme d'ailleurs pleinement cette conclusion. Il continue, en effet, à donner, au delà du point critique, le spectre de l'iode dissous dans un liquide, qui est absolument différent du spectre de l'iode en vapeurs.

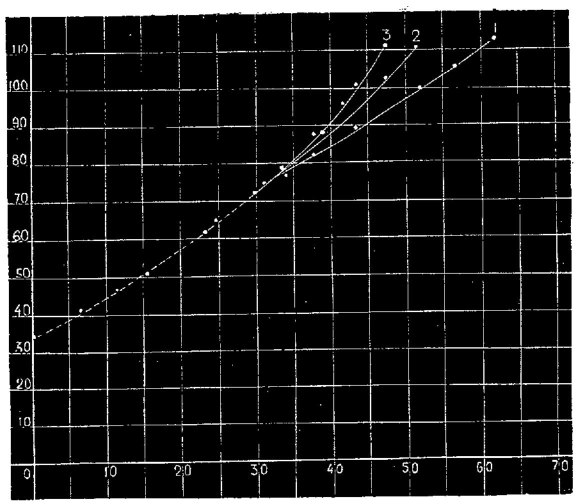
» Enfin une série d'expériences, d'un ordre tout différent, apporte de nouvelles preuves à l'appui de la conclusion précédente.

» Imaginons un tube de capacité donnée contenant des quantités plus ou moins grandes d'acide carbonique liquéfié. Chauffons-le graduellement jusqu'au point critique. La pression va augmenter avec la température, et le tracé graphique des résultats donnera la courbe bien connue des tensions de la vapeur saturée du gaz liquéfié. Si, au point critique, il y a vaporisation totale, c'est-à-dire disparition complète du liquide, la vapeur cesse d'être saturée à partir de ce moment; on n'a plus qu'un gaz fortement comprimé qui se dilate en vase clos : la courbe correspondant à sa dilatation ne doit pas prolonger celle de la vapeur saturée. De plus, cette nouvelle courbe doit toujours être la même, quelle que soit la quantité de liquide contenue dans le tube au moment de la vaporisation totale, puisqu'à ce moment le liquide se réduisant en vapeur dans l'espace qu'il occupait produit, sur toute la longueur du tube, une matière homogène jouissant toujours de toutes les propriétés d'un gaz renfermé dans le volume total sous la pression critique.

» Au contraire, admettons que l'état liquide persiste. La vaporisation va se continuer au delà du point critique jusqu'à l'épuisement complet du liquide. Dans ce cas, la seconde partie de la courbe ne devra pas toujours être la même : elle s'élèvera d'autant plus rapidement que la masse du

liquide existant dans le tube, au moment du point critique, sera plus grande.

» La figure ci-jointe montre que les choses se passent bien ainsi. Les courbes tracées et numérotées 1, 2, 3 correspondent aux cas où le liquide occupe, au moment de la disparition du ménisque, des portions de la longueur totale du tube égales à $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{9}{10}$. On voit que la seconde partie de la courbe dépend absolument du volume du liquide comparé au volume total, tandis que la première, ponctuée sur la figure, est la même dans les trois cas.



» Cette hypothèse de la persistance de l'état liquide au delà de la température critique avait été proposée par Ramsay en 1880, puis reprise et développée par Jamin [1] en 1883. Voici l'explication donnée par celui-ci :

» A mesure que la température s'élève, la densité de la vapeur saturée augmente continuellement, tandis que celle du liquide décroît à cause de sa grande dilatation. Il arrive un moment où ces deux densités deviennent égales. A ce moment, d'après le principe d'Archimède, la vapeur ne tend plus à occuper la partie supérieure, ni le liquide la partie inférieure; la surface de séparation cesse d'être distincte; le liquide nage dans une atmosphère de même densité en formant avec elle une véritable émulsion.

---

[1] J. Jamin, *Point critique des gaz liquéfiés et des mélanges gazeux* (*Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 389; 1883).

» Si cette explication est conforme aux faits, la diminution de densité du liquide par la dilatation devra se continuer au delà du point critique ainsi que l'augmentation de densité de la vapeur saturée. Il devra donc se produire, un peu après ce point critique, le renversement du phénomène, c'est-à-dire la réunion en masse du liquide à la partie supérieure du tube.

» Cette seconde partie de la théorie, développée surtout par Jamin à l'occasion d'expériences faites par l'un de nous sur la liquéfaction des mélanges gazeux [1], a été soumise à l'épreuve; mais elle n'a donné que des résultats négatifs, même en poussant les températures jusqu'à produire la rupture des tubes.

» Pour rechercher une explication plus complète et plus satisfaisante, nous avons entrepris une série d'expériences complémentaires en prenant pour guide un phénomène intéressant que nous avons observé sur certains mélanges liquides. En 1876, M. Duclaux a montré [2] que deux liquides, qui ne se dissolvent pas réciproquement à une certaine température, peuvent le faire en toutes proportions dès qu'on les échauffe à un degré convenable. Parmi ces liquides on peut citer l'alcool amylique et l'alcool ordinaire dilué dans l'eau. Nous avons enfermé ces deux liquides dans un tube; à la température ordinaire, l'agitation ne les mélange pas intimement; elle donne un liquide trouble qui, au repos, se sépare bientôt en deux couches parfaitement distinctes, séparées par un ménisque très net, comme celui de l'acide carbonique au point critique. A ce moment-là, si l'on agite, on voit se produire les mêmes stries ondulantes décrites par Andrews pour l'acide carbonique, puis le liquide s'éclaircit, le mélange des deux éléments devient absolument limpide et homogène pour rester tel à partir de là quand la température continue à s'élever.

» Si l'on refroidit, les stries ondoyantes réapparaissent bientôt, le liquide se trouble et se sépare à nouveau en deux couches, exactement à la température où le ménisque s'était effacé.

» En résumé, on retrouve là la reproduction parfaite de tous les effets observés au point critique des gaz liquéfiés. Le liquide inférieur joue le rôle de la portion du gaz condensée à l'état liquide, et la couche supérieure le rôle de l'atmosphère gazeuse.

---

(1) Cailletet, *Compressibilité des mélanges gazeux* (*Journal de Physique*, 1re série, t. IX, p. 192; 1880).

(2) Duclaux, *Équilibre des mélanges liquides* (*Journal de Physique*, 1re série, t. V, p. 13; 1876).

» Le parallélisme complet des phénomènes observés avec ces liquides et avec les tubes à acide carbonique liquéfié leur rend entièrement applicable l'explication donnée par Jamin et basée sur l'égalisation des densités. Notre premier soin a donc été de rechercher si, à la température où se produit la disparition de la surface de séparation des deux liquides, les densités de ceux-ci deviennent égales. L'expérience a donné un résultat entièrement négatif; le liquide inférieur conserve, à cette température et au delà, une densité notablement plus grande que celle de la couche supérieure.

» L'explication de Jamin se trouve donc en défaut ici. Il faut admettre que, si la surface de séparation disparaît, ce n'est pas parce que le liquide inférieur vient nager dans le liquide supérieur de même densité, mais bien parce que l'élévation de température a communiqué à ces deux liquides la propriété de se dissoudre mutuellement, propriété qu'ils ne possédaient pas à la température ordinaire.

» Ce résultat nous ayant permis de mettre sérieusement en doute l'hypothèse de Jamin sur le point critique des gaz, nous avons cherché à étendre à ceux-ci l'expérience précédente. Des recherches faites, il y a quelques années par l'un de nous, avec la collaboration de M. Mathias [1], sur la densité des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées, avaient montré que la différence de ces densités va bien en diminuant quand la température s'élève, de sorte que le tracé graphique des résultats semblait montrer qu'elles tendent vers une limite commune au point critique. En réalité, cette conclusion, donnée par nous, n'avait pu être complètement vérifiée à cause de la difficulté et de l'incertitude des mesures précises dans le voisinage immédiat du point critique. La vérification complète ayant ici une importance capitale, nous avons repris les expériences précédentes, en prenant les précautions voulues pour atteindre le point critique et en remplaçant le mercure du tube en O par de l'acide sulfurique pour avoir plus de sensibilité. Dans ces conditions, en chauffant graduellement les deux branches du tube en O dans un même bain d'eau tiède, on voit bien la dénivellation diminuer; mais elle ne disparaît nullement d'une façon complète au point critique, comme cela devrait arriver si les densités du gaz et du liquide devenaient égales. Dans nos expériences, elle était encore de 4^{mm} environ à plusieurs degrés au-dessus du point critique.

---

[1] CAILLETET et MATHIAS, *Densité des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées* (*Journal de Physique*, 2e série, t. V, p. 549; 1886, et t. VI, p. 414; 1887).

» Il faut donc renoncer à admettre que la disparition apparente du liquide au point critique est due à l'égalisation des densités.

» Cette expérience montre d'ailleurs en même temps de la manière la plus nette que le point critique n'est pas non plus celui où aurait lieu, d'après les idées de Cagniard-Latour, la vaporisation totale du liquide. En effet, si cela était, les deux branches du tube en O devraient renfermer toutes deux uniquement du gaz à partir de ce point : la dénivellation de l'acide sulfurique devrait donc, dans tous les cas, disparaître.

» En résumé, nous croyons pouvoir tirer de l'ensemble de ces recherches les conclusions suivantes :

» 1° La température critique d'un gaz liquéfié n'est pas celle où le liquide se vaporise totalement, d'une façon brusque, dans l'espace qui le renferme. L'état liquide persiste au delà de cette température.

» 2° Ce n'est pas non plus la température à laquelle un liquide et sa vapeur saturée ont la même densité.

» 3° C'est la température à laquelle un liquide et l'atmosphère gazeuse qui le surmonte deviennent susceptibles de se dissoudre mutuellement en toutes proportions, en formant, après agitation, un mélange homogène.

» Cette interprétation du point critique fournit quelques données intéressantes sur la continuité de l'état liquide et de l'état gazeux de la matière. En effet, supposons que l'on amène à cette température critique un tube renfermant une très petite quantité de gaz liquéfié, on aura, après la disparition du ménisque et l'agitation de la masse, un tout homogène qui sera une dissolution très étendue d'un liquide dans un gaz : elle présentera surtout les propriétés d'un gaz aussi légèrement altérées que l'on voudra par la faible quantité de liquide dissous.

» Si la proportion de liquide augmente, les propriétés du liquide proprement dit vont s'accentuer aux dépens de celles du gaz, et enfin, avec un tube renfermant une quantité de liquide susceptible de le remplir presque complètement au point critique, on aura, au-dessus de ce point, une masse homogène dans laquelle les propriétés du gaz auront presque complètement disparu pour faire place exclusivement à celles du liquide. On peut donc concevoir et obtenir ainsi une série de corps homogènes mixtes réalisant, d'une façon tout à fait continue, toutes les transitions possibles entre l'état liquide et l'état gazeux de la matière [1]. »

---

[1] Les expériences qui forment l'objet de ce travail ont été faites à l'École Normale supérieure, au Laboratoire de M. Violle, auquel nous adressons ici tous nos remerciements.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des hypoazotites;* par M. **Berthelot**.

« Les expériences de M. Maquenne sur les hypoazotites, que je viens de faire connaître à l'Académie [1], me paraissent décider la question de la formule de l'acide hypoazoteux : cette formule répond aux rapports proposés par M. Divers, mais avec un poids moléculaire double. L'analyse complète des sels de chaux et de strontiane, plus purs et mieux définis que le sel d'argent, toujours exposé à contenir un peu d'azotite, lève les doutes qui subsistaient à cet égard. J'ai profité de la circonstance pour déterminer de nouveau la chaleur de formation de l'acide hypoazoteux avec ces composés, que M. Maquenne a bien voulu mettre à ma disposition.

» A cet effet, j'ai traité par le brome, dissous dans le bromure de potassium et employé en dose double de la théorie, le sel de chaux cristallisé. En admettant la réaction suivante [2], à 24° :

$$\mathrm{Az^2O^2, 2CaO, 4H^2O^2 + 8Br\,(dissous\ dans\ KBr) + 8HO}$$
$$\mathrm{= 2(AzO^5, HO)\ dissous + 2CaBr\ dissous + 6HBr\ dissous + 4H^2O^2},$$

j'ai trouvé :

$+41^{\mathrm{Cal}},24$ et $+41^{\mathrm{Cal}},56$. Moyenne.............	$+41^{\mathrm{Cal}},40$
Si le brome eût été libre, on aurait eu en plus...	$+10^{\mathrm{Cal}},64$
	$+52^{\mathrm{Cal}},04$

» Pour pouvoir rapporter cette réaction à l'acide hypoazoteux, j'ai mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on dissout le sel calcaire précédent dans l'acide chlorhydrique étendu, en admettant un déplacement sensiblement total, conformément à ce qui arrive pour les sels des acides faibles.

$\mathrm{Az^2O^2, 2CaO, 4H^2O^2}$ dissous dans $\mathrm{24HCl}$ (1 équiv. $= 2^{\mathrm{lit}}$), à 23°,5, dégage. $+6^{\mathrm{Cal}},41$

On a dès lors, en admettant que l'acide hypoazoteux n'éprouve pas de décomposition instantanée [3],

$\mathrm{Az^2O^2, H^2O^2}$ étendu $+ \mathrm{8Br}$ liquide $+ \mathrm{8HO}$
$= \mathrm{2(AzO^5, HO)}$ étendu $+ \mathrm{8HBr}$ étendu, doit dégager........ $+45^{\mathrm{Cal}},63$

---

(1) *Voir* plus loin, page 1306.

(2) Réaction vérifiée à 2 pour 100 près environ par M. Maquenne.

(3) Ce qui a été vérifié, en traitant la liqueur acide par le brome et mesurant la chaleur dégagée.

» La formation du sel calcaire (insoluble) doit dégager

Az^2O^2, H^2O^2 étendu + 2(CaO, HO) diss. + $2H^2O^2$: $+28^{Cal},0 - 6^{Cal},4$... $+31^{Cal},6$

soit $+10^{Cal},8$, par équivalent de chaux.

» J'ai reproduit les mêmes expériences sur le sel de strontiane

$$Az^2O^2, 2SrO, 5H^2O^2 + 8Br(\text{diss. dans KBr}) + 8HO$$
$$= 2(AzO^5, HO)\text{ dissous} + 2SrBr\text{ dissous} + 6HBr\text{ dissous} + 5H^2O^2.$$

» Cette réaction a dégagé, à 24° : $+42^{Cal},13$; soit pour le brome libre $+52^{Cal},77$.

» La dissolution d'une molécule du même sel dans l'acide chlorhydrique étendu a dégagé : $+6^{Cal},39$.

» On a dès lors pour la décomposition de l'acide libre : $+46^{Cal},38$; valeur voisine de la précédente.

» La formation du sel de strontiane (insoluble) doit dégager : $+21^{Cal},6$; soit $+10^{Cal},8$, par équivalent de strontiane.

» J'ai cherché encore à mesurer la chaleur de neutralisation de l'acide hypoazoteux par la potasse; j'ai essayé, à cet effet, d'opérer une double décomposition entre le sel de strontiane et une solution de sulfate de potasse, employée en grand excès. Le nombre obtenu répondrait à une chaleur de neutralisation de $+15^{Cal},6$ pour 2(KO, HO) étendue; ou $+7^{Cal},8$ pour 1 équivalent d'alcali, formant un sel soluble avec l'acide hypoazoteux. Mais le caractère simple et total de la double décomposition, sur laquelle repose le calcul, demanderait à être vérifié plus complètement; ce que je n'ai pu faire faute de matière.

» Pour évaluer la chaleur de formation de l'acide hypoazoteux par les éléments, je prendrai la moyenne des nombres 45,63 et 46,38, soit $+46^{Cal},0$.

» On en déduit :

Az^2 gaz + O^2 gaz + H^2O^2 + eau = Az^2O^2, H^2O^2 dissous .... $-57^{Cal},4$.

» Cette formation a donc lieu avec une absorption de chaleur considérable. Entre cette absorption et le nombre répondant au protoxyde d'azote

$Az^2 + O^2 = Az^2O^2$ gaz .... $-20^{Cal},6$,

l'écart est tel qu'il ne saurait être compensé par la combinaison du gaz avec un alcali. On s'explique donc pourquoi le protoxyde d'azote n'est

pas absorbé par les alcalis, à la façon de l'acide carbonique ou de l'oxyde de carbone, pour être changé en acide correspondant; et pourquoi les hypoazotites dégagent au contraire si aisément du protoxyde d'azote en se décomposant. »

BOTANIQUE. — *Réponse à la Note de M.* Van Tieghem, *intitulée :* « *Sur le pédicule de la racine des Filicinées* » ; par M. **A. Trécul.**

« Je crois devoir rappeler encore à l'Académie que dans cette discussion je ne suis pas l'agresseur. Je ne fais que défendre mon opinion, d'abord contre M. Lachmann, ensuite contre M. Van Tieghem qui appuie son élève de la manière suivante. Après avoir dit dans son Mémoire *sur l'origine des membres endogènes*, p. 531 :

» ... Aussi comprend-on difficilement comment M. Trécul a pu méconnaître la nature caulinaire des stolons, qu'il regarde comme des racines sans coiffe.

» Il ajoute :

» M. Lachmann n'a pas eu de peine à en rétablir le véritable caractère, déjà reconnu d'ailleurs par les botanistes antérieurs, notamment par Kunze, Hofmeister, Russow, de Bary, etc.

» La vérité est, on va le voir, que M. Lachmann n'a rien démontré à cet égard. Pour ne pas répéter les mêmes arguments, je renvoie aux deux Notes de M. Lachmann (*Comptes rendus*, t. CI, p, 603, et t. CV, p. 135) et à mes deux réponses (t. CI, p. 915, et t. CV, p. 337).

» Dans sa Note récente (p. 1148 de ce Volume), M. Van Tieghem cherche à prouver qu'il n'a commis ni contradiction ni inadvertance, que c'est moi qui ai mal lu et mal compris son travail, et qui suis tombé dans une erreur prévue par lui et qu'il fallait éviter. L'Académie va en juger.

» Notre Confrère commence ainsi sa Note :

» Pour les anatomistes qui connaissent la structure des Fougères et qui savent comment elle s'explique par la polystélie, il ne subsiste plus aucun doute sur la nature caulinaire des stolons aphylles des *Nephrolepis*.

» Je lui réponds que les botanistes qui croient cela n'y ont pas regardé d'assez près; car la polystélie apporte, avec quelques mots nouveaux, une bien grave erreur, dont elle n'a pas préservé ses auteurs. En effet, M. Van Tieghem continue :

» Ces stolons sont monostèles, tandis que la tige est polystèle : c'est toute la différence.

» Eh bien, notre Confrère commet là une faute considérable, en ce que la constitution des faisceaux de la tige mère et celle des faisceaux des stolons est très différente. Dans les stolons, il y a un nombre variable de faisceaux (de trois à huit) liés entre eux ou mieux fusionnés au centre de l'organe. Chacun d'eux possède, à sa périphérie, comme ceux des racines, un fascicule de petits vaisseaux, que M. Van Tieghem nomme le *protoxylème* parce que, comme chez les racines aussi, ce que l'on sait depuis longtemps, ses éléments sont les premiers épaissis. Or, rien de semblable n'existe à la face externe des faisceaux des tiges des *Nephrolepis* et des tiges dites, par MM. Van Tieghem et Douliot, *polystéliques dialystèles* des Fougères, c'est-à-dire des faisceaux qui constituent le réseau libéroligneux de la tige mère. Chez beaucoup de Polypodiacées, il n'y a de ces petits vaisseaux (annelés, spiro-annelés, spiraux et réticulés) que sur le bord aminci des faisceaux en réseau, au-dessous de l'insertion des faisceaux des pétioles; ils peuvent même s'arrêter à la base des faisceaux pétiolaires. Quand ils existent dans la tige, ils ne sont étendus que de l'insertion des faisceaux pétiolaires à la base des mailles et vont assez rarement un peu plus bas, comme dans l'*Asplenium Lasiopteris*, le *Nephrodium Thelypteris*, etc. [1].

» Il y a donc une très grande différence entre la structure des faisceaux des tiges dites *polystéliques* des *Nephrolepis* et celle des faisceaux des stolons dits, bien à tort, *tiges* monostèles par les auteurs de la polystélie. L'avis de notre Confrère, qui prétend que la seule différence qui existe entre la tige mère et les stolons consiste en ce que les stolons sont monostèles, tandis que la tige mère est polystèle, ne supporte donc pas une étude attentive. Cet avis de M. Van Tieghem présente un danger, en ce qu'il porte à croire que partout, dans les Fougères, l'accroissement est centripète comme dans les racines. C'est une telle manière de voir qui a fait dire à M. Lachmann que l'on ne saurait invoquer l'accroissement centripète des stolons des *Nephrolepis* en faveur de leur nature radiculaire, *puisque dans toutes les tiges des Fougères la différenciation a lieu de dehors en dedans*. Ce qui précède montre que c'est là une assertion sans fondement.

» En définitive, il y a entre la tige et le stolon une autre différence que la polystélie de l'une et la monostélie de l'autre : il y a la différence qui existe entre la tige et la racine.

---

[1] Voir ce que j'en ai dit, p. 917 du t. CI des *Comptes rendus*.

» Voyons maintenant qui, de M. Van Tieghem ou de moi, est coupable de contradiction ou d'inadvertance.

» Notre Confrère dit, pour se justifier, qu'il a insisté d'une manière toute particulière sur la formation, au-dessous de la radicelle ou de la racine, de ce qu'il a nommé un *pédicule* plus ou moins développé.

« Ce pédicule, dit l'auteur, qui est d'origine péricyclique, appartient au membre générateur, dont il n'est qu'une protubérance latérale, et dont il partage nécessairement la structure....

» Si le membre générateur, ajoute-t-il, est une racine, le pédicule a en petit la structure de la racine et, par conséquent, ressemble à la radicelle qui le termine. »

» C'est précisément ce qui a lieu dans les *fig.* 564 et 565 du Mémoire de M. Van Tieghem, où le pédicule représenté a la structure binaire d'une racine, ayant un groupe de petits vaisseaux de chaque côté et quelques vaisseaux plus gros entre les deux groupes, dans le centre. C'est là exactement la constitution binaire de la racine que ce pédicule supporte. Par conséquent, d'après ce qu'a dit M. Van Tieghem, la nature radiculaire doit être aussi celle du membre générateur, le stolon. Et pourtant notre Confrère ne s'arrête pas à cette conclusion. C'est une première contradiction. Il continue en disant :

» Mais si le membre générateur est une tige, ce qui est le cas notamment pour les stolons des *Nephrolepis* (*c'est justement là ce qu'il s'agit de démontrer*) [1], le pédicule a en petit la structure de la tige et, par suite, diffère profondément de la racine qui le surmonte.

» Il est clair que l'auteur commet une contradiction nouvelle; car, je le répète, ses deux *fig.* 564 et 565 représentent le pédicule comme ayant la structure binaire de la racine qu'il supporte. Donc, encore une fois, l'organe générateur, le stolon, doit être une racine.

» Il est donc avéré que j'ai bien lu et bien compris les passages que j'ai cités du Mémoire de M. Van Tieghem, et que c'est lui qui confond avec une tige un organe de nature radiculaire, qui occupe la place des racines, dont il a d'ailleurs la structure.

---

[1] Je crois devoir faire remarquer qu'en toute occasion, comme ici, M. Van Tieghem admet *a priori* que les stolons des *Nephrolepis* sont des tiges, mais que nulle part il ne donne la raison de sa décision. Il serait bien à désirer qu'il motivât son opinion.

» Je dois répéter de nouveau que, si le stolon était une tige secondaire, un rameau de la plante mère, celle-ci serait dépourvue de racines.

» M. Van Tieghem aurait dû aussi se rappeler que, dans les Fougères, les rameaux, quelle que soit leur insertion, qui varie beaucoup, ont toujours la même structure que la tige mère, et que ces stolons, où ils produisent des feuilles, prennent la constitution de cette tige mère, de même que les racines des Fougères que j'ai citées, qui se changent en tiges.

» D'où vient donc cette confusion des deux sortes d'organes des *Nephrolepis* de la part de notre Confrère? C'est qu'au lieu de comparer le stolon et ses faisceaux constituants avec ceux de la tige mère, qui lui sont imparfaitement connus, il le compare avec des tiges de plantes éminemment différentes, mais qui ont un système vasculaire central dit *monostélique*. C'est indubitablement à un abus de sa nouvelle théorie que doit être en grande partie attribuée la confusion. Mais la monostélie n'est pas particulière à des tiges. *Les racines à deux et à trois faisceaux*, etc., *sont monostèles* au même titre que les stolons des *Nephrolepis*, puisque MM. Van Tieghem et Douliot appellent *stèle* un *ensemble de faisceaux conducteurs et de conjonctif qui compose un cylindre central* (*Ann. Sc. nat.*, 7e série, t. III, p. 276).

» Il n'y a de différence entre la structure des racines ordinaires des Fougères et celle des stolons des *Nephrolepis* que dans le nombre des faisceaux composants : les racines de ces plantes ont communément deux faisceaux, rarement trois, fusionnés au centre par le côté qui contient leurs gros vaisseaux; les stolons des *Nephrolepis* ont assez rarement trois faisceaux, plus souvent de quatre à huit, fusionnés de même dans le centre par le côté qui renferme leurs gros vaisseaux. Comme ils ont d'ailleurs l'insertion radiculaire, on ne peut leur refuser la qualité de racines primaires.

» En résumé, il y a en faveur de mon opinion, c'est-à-dire pour la nature radiculaire des stolons des *Nephrolepis* :

» 1° La disposition différente des faisceaux dans la tige mère et dans les stolons : ils sont disposés en réseau, autour d'une moelle, dans la tige; ils forment un groupe central dans les stolons;

» 2° La différence de structure des faisceaux dans cette tige mère et dans ces stolons;

» 3° L'absence de racines sur la tige mère, si les stolons sont regardés comme étant de nature caulinaire;

» 4° La structure toujours semblable dans les rameaux et dans les tiges des Fougères en général;

» 5° Les racines binaires et les ternaires sont monostèles de la même manière que les stolons. »

PALÉONTOLOGIE. — *Restauration du squelette du* Dinoceras. Note de M. ALBERT GAUDRY.

« Il y a quelque temps, j'ai entretenu l'Académie des travaux du professeur Marsh sur les étonnantes créatures de l'éocène des montagnes Rocheuses auxquelles ce savant a donné le nom de *Dinocératidés*. M. Marsh a entrepris une restauration du squelette entier de l'un de ces animaux, le *Dinoceras mirabile*, et il en a envoyé un exemplaire au British Museum. Ayant vu le professeur Marsh au Congrès géologique international qui s'est tenu à Londres, je l'ai prié de nous donner aussi un exemplaire pour le Muséum de Paris. Il s'est empressé de satisfaire à ma demande.

» Quoique jusqu'à présent nous ayons mis seulement dans notre nouvelle galerie de Paléontologie des pièces originales, nous venons d'y placer le modèle que nous devons à la générosité de M. Marsh, car le *Dinoceras* est une bête si différente des autres Mammifères que, sans doute, tous les naturalistes voudront pouvoir l'examiner. J'en présente à l'Académie des photographies qui ont été faites par un des habiles préparateurs du Muséum, M. Fernand Delisle.

» Le *Dinoceras* a été le plus grand des Mammifères terrestres dont on trouve les restes dans le tertiaire inférieur; il était muni de longues canines tranchantes et sa tête portait trois paires de cornes. Si ce qu'on a appelé *la lutte pour la vie* avait été la principale cause de la destruction ou de la survivance des êtres, le *Dinoceras*, qui a surpassé en grandeur tous ses contemporains et a été mieux armé qu'eux, aurait dû se perpétuer. Mais ce puissant roi des temps éocènes a eu un règne éphémère et semble être mort sans postérité. Dans mes études sur l'histoire du vieux monde, j'ai plus d'une fois remarqué que ce ne sont pas les créatures les mieux douées qui ont eu le plus de longévité. Lorsqu'un type est parvenu au summum de son développement et s'est épanoui dans toute sa force, toute sa magnificence, souvent il a disparu. Ce ne sont pas les rois des temps géologiques qui ont duré le plus longtemps : ce sont les êtres mixtes, à caractères peu saillants, petits, chétifs. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Mastodontes trouvés à Tournan, dans le Gers, par M.* Marty. Note de M. **Albert Gaudry.**

« De nombreuses pièces de Mastodontes ont été découvertes par un naturaliste de Toulouse, M. Marty, dans le miocène moyen de Tournan (Gers); elles appartiennent au *Mastodon angustidens*. Le Muséum a pu acquérir les plus remarquables d'entre elles, grâce surtout à l'entremise d'un paléontologiste bien connu de l'Académie, M. Henry Filhol.

» Nous avons notamment une tête de Mastodonte plus complète qu'aucune de celles qui ont été jusqu'à présent rencontrées en Europe. J'ai l'honneur d'en présenter à l'Académie une photographie qui a, comme les précédentes, été faite par M. Fernand Delisle. La face postérieure est intacte; elle a une forme hexagonale, est plate, plus large que haute ($0^m,46$ de largeur sur $0^m,034$ de hauteur); de chaque côté de la crête occipitale il y a une fossette où sans doute s'attachaient de forts muscles extenseurs de la tête. Cette pièce montre bien que les plus anciens Mastodontes n'avaient pas le crâne élevé qui donne tant de majesté à nos Proboscidiens actuels : la différence résultait, d'une part, de ce que les sinus frontaux et pariétaux avaient encore très peu de développement et, d'autre part, de ce que, les dents molaires étant beaucoup moins hautes que dans les Éléphants, la partie des mâchoires où sont leurs alvéoles exigeait beaucoup moins de place. L'élévation de la tête paraît encore moins grande à cause de l'allongement singulier des mâchoires. La tête du *Mastodon angustidens* de Tournan, qui n'a que $0^m,50$ de hauteur totale (y compris les mâchoires inférieures), a une longueur de $0^m,77$ du condyle occipital au bord antérieur des intermaxillaires, tandis que chez l'Éléphant actuel d'Asie, à en juger par nos pièces du Muséum, la tête a plus de hauteur que de longueur [1].

» L'os du menton du *Mastodon angustidens* de Tournan présente en dessus une sorte de gouttière qui rappelle, en l'exagérant, la gouttière où passe la langue extensible de certains Édentés; le *Megatherium* a quelque chose d'approchant.

---

[1] Il est bien entendu que les défenses ne sont pas comprises ici. Une de nos têtes d'Éléphant d'Asie a 1^m de haut sur $0^m,85$ de long; une autre a $0^m,83$ sur $0^m,70$; une autre a $0^m,80$ sur $0^m,75$; une autre a 1^m sur $0^m,88$. Une tête également d'Asie a $0^m,80$ sur $0^m,80$. Un Éléphant d'Afrique a $0^m,60$ sur $0^m,80$.

» Les défenses supérieures, bien en place dans deux têtes trouvées par M. Marty, montrent que leur bande d'émail, au lieu d'être placée en dessus comme dans les Rongeurs, était placée latéralement. Il y a des défenses en bas aussi bien qu'en haut; mais elles ont une forme plus plate, elles n'ont pas de bande d'émail et, dans les échantillons en bon état de conservation, on constate que leur partie exserte était beaucoup plus courte qu'aux défenses supérieures.

» Si l'on compare avec les défenses du *Mastodon angustidens* du miocène celles du *Mastodon americanus* du quaternaire, on observe des différences considérables; les défenses inférieures de ce dernier ne sont plus représentées que dans le jeune âge par de très petites dents de lait; les défenses supérieures se sont agrandies et courbées.

» Le Mammouth, qui est le type le plus accentué du genre Éléphant, offre des différences encore plus grandes; il n'a plus de défenses inférieures rudimentaires dans le jeune âge, ses défenses supérieures dans l'état adulte se sont allongées et recourbées tellement qu'elles ne semblent plus avoir servi qu'à rehausser la singularité de sa tête majestueuse; leur rôle a cessé d'être utilitaire, il est devenu esthétique.

» Ainsi les premiers Proboscidiens ont été plus armés que leurs successeurs. Quand nous suivons les êtres à travers les vieux âges, nous avons souvent occasion de constater que les types primitifs sont ceux qui ont eu les plus puissants moyens de défense. Cela pourtant, ainsi que je viens de le faire remarquer au sujet du *Dinoceras*, n'a pas toujours empêché leur destruction. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches montrant que la mort par inhalation du poison que contient l'air expiré n'est pas activée par les émanations de vapeurs provenant de l'urine et des matières fécales des animaux soumis à cette inhalation.* Note de MM. **Brown-Séquard** et **d'Arsonval.**

« Dans un travail communiqué à l'Académie le 11 février dernier (*Comptes rendus*, n° 6, p. 267), nous avons décrit un appareil qui nous a servi à étudier la puissance toxique de l'air expiré. Depuis l'époque où cette Communication a été faite, nous avons continué ces expériences et nous avons trouvé que la mort est arrivée bien moins rapidement à partir des chaleurs du printemps et surtout de celles des dernières cinq ou six semaines. Nous avons trouvé, de plus, que les très gros lapins résistent

beaucoup plus à l'influence toxique de l'air expiré que les animaux âgés seulement de six à dix ou douze semaines.

» La démonstration que nous avions donnée de l'innocuité de l'acide carbonique dans ces expériences a été pleinement confirmée depuis notre dernière Communication. On sait que deux lapins ont été placés dans de telles conditions que l'air qu'ils respiraient contenait tout l'acide carbonique provenant des poumons de six autres lapins, mais qu'il était dépouillé du poison qu'émettaient ces organes. Dans les expériences que nous avons mentionnées en février dernier, les deux lapins non soumis au poison des poumons des six autres ne recevaient, en général, que de 2 à 4 pour 100 d'acide carbonique. Presque constamment depuis lors, ils ont reçu de 4 à 6 pour 100 et même très souvent, pendant des journées entières, de 6 à 8 pour 100 de ce gaz. Or ils n'ont jamais paru en souffrir, bien qu'ils aient respiré, presque sans interruption, de l'air contenant ces proportions d'acide carbonique pendant plus de cinq mois. Ils semblent être en excellente santé et n'ont pas perdu en poids [1]. Dans nos expériences, conséquemment, il est évident que l'air expiré ne tue pas par l'acide carbonique qu'il contient.

» Il était important de s'assurer si les émanations qui pouvaient provenir de l'urine et des matières fécales ne contribuaient pas à causer la mort dans les cages ou étuves où, dans nos expériences, se trouvent les lapins soumis à la respiration d'air expiré n'ayant pas traversé de l'acide sulfurique. Quelques personnes, doutant de l'existence d'un poison provenant des poumons, ont été jusqu'à supposer que ces émanations étaient la principale, sinon la seule cause de la mort de ces animaux. Il fallait donc chercher si elles sont toxiques.

» Dans notre Note déjà citée, nous avons dit que les déjections fécales et urinaires provenant des animaux que nous avons soumis à ces expériences tombaient, en sortant de chacune des cages, dans de l'eau contenue dans un vase en verre. Pour obvier à une influence toxique possible due à ces émanations, nous avons pris soin de faire vider ces vases deux fois par jour et d'y mettre une grande quantité d'eau. Dans l'expérience que nous allons décrire, nous avons, au contraire, mis moins d'eau dans

---

[1] Celui de ces deux animaux qui respire de l'air venant des poumons de l'autre et, conséquemment, de l'air qui contient du poison pulmonaire, a été malade pendant quelques jours. Il s'est bientôt rétabli à l'air libre. Remis dans l'étuve à expérience, il n'a plus donné de signes de maladie (il n'avait guère eu que de la faiblesse).

ces cristallisoirs et nous ne les avons fait nettoyer que tous les trois jours. On comprend aisément que, dans ces conditions, le contenu de ces vases, déjà après deux jours, mais surtout après trois, sentait très mauvais, par suite de la décomposition des matières animales et végétales (débris des aliments des animaux en expérience) qui étaient tombées des cages dans les vases en verre. Nous tenions à augmenter considérablement l'intensité de la puissance toxique de ces émanations, si elles en étaient douées. L'expérience a montré qu'elles n'en possèdent aucune.

» Les cages ou étuves en fer battu, dont nous avons donné la description en février dernier (*Comptes rendus,* p. 269), laissent passer les déjections par une douille conique dans l'eau de cristallisoirs en verre. Chacun de ces vases est surmonté d'un couvercle en zinc, muni d'un rebord plongeant dans le liquide et d'un tube coudé partant du dessus. Un trou circulaire est percé au centre du couvercle pour laisser passer librement la douille conique. Il y a donc ainsi, adapté à chaque étuve, un cristallisoir hermétiquement couvert. Chaque tube coudé est relié à une canalisation unique conduisant à la tubulure inférieure d'une étuve ou cage n'appartenant pas au système de cages où se trouvent les animaux soumis à l'influence de l'air expiré. Dans cette étuve, séparée des autres, un gros lapin reçoit tout l'air qui a passé sur le liquide contenant les déjections de six autres lapins placés dans les étuves où cinq d'entre eux respirent de l'air expiré. Par une tubulure spéciale, la cage indépendante où l'on a exposé un lapin aux émanations du liquide chargé de déjections alvines et urinaires, communique avec un tube d'aspiration d'une trompe à eau. Cette trompe fait un appel d'air dans la canalisation dont nous avons parlé et par laquelle passe l'air chargé de la totalité des émanations urinaires et fécales de six lapins.

» Un gros lapin est resté sans trouble apparent, pendant près de trois mois, dans la cage où arrivait de l'air fortement chargé des émanations que l'on supposait être toxiques. Il est clair, conséquemment, qu'elles ne l'étaient pas et qu'il n'est plus possible de considérer une quantité considérablement plus minime de ces émanations comme contribuant, à un degré quelconque, à causer la mort si rapide des animaux soumis à la respiration d'air expiré. »

M. **Darboux** présente le tome XII des « Œuvres de Lagrange ». Ce volume contient la fin de la *Mécanique analytique*, avec les Notes de l'édition de M. Bertrand.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, au nom des auteurs, MM. *Mathieu* et *E. Morfaux*, de Constantine, une brochure ayant pour titre : « Caractérisation des Fuchsines dans les vins », et un appareil destiné au même but, qu'ils ont appelé « Phanofuchsine ».

M. **Guichard**, président du Comité constitué pour élever un monument à la mémoire de *Paul Bert*, informe l'Académie que la cérémonie d'inauguration aura lieu à Auxerre, le 7 juillet prochain.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un développement en fraction continue.* Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« Considérons le développement bien connu en fraction continue de l'intégrale

$$I = \int_a^b \frac{f(z)}{x-z}\,dz,$$

où $f(z)$ ne change pas de signe, et posons

$$I = \frac{P_n}{Q_n} + R_n,$$

$\frac{P_n}{Q_n}$ étant la $n^{\text{ième}}$ réduite.

» Alors R_n est le minimum de la forme quadratique

$$\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \int_a^b \frac{f(z)}{x-z}[1 + x_1(x-z) + x_2(x-z)^2 + \ldots + x_n(x-z)^n]^2\,dz.$$

» La vérification de ce théorème n'offre pas de difficulté.

» On peut déduire de là facilement

$$\lim R_n = 0, \qquad n = \infty,$$

tant que l'intervalle (a, b) est fini.

» Mais, dans le cas $b = \infty$, on n'a plus nécessairement $\lim R_n = 0$. Ce-

pendant nous avons reconnu que cela a lieu encore dans un grand nombre de cas, notamment lorsque $f(z)$ est de la forme

$$z^{p-1}e^{-qz} \quad \text{ou} \quad z^{p-1}e^{-q\sqrt{z}}.$$

» Il est clair aussi que, lorsqu'on a $\lim R_n = 0$ pour une forme particulière de $f(z)$, cela aura lieu encore en remplaçant $f(z)$ par $F(z)$, où

$$F(z) < A f(z),$$

A étant un nombre fixe.

» Enfin ces considérations s'appliquent encore si, au lieu de l'intégrale I, on considère une somme

$$\frac{a_1}{x-b_1} + \frac{a_2}{x-b_2} + \frac{a_3}{x-b_3} + \ldots,$$

composée d'un nombre fini ou infini de termes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'occlusion des gaz dans l'électrolyse du sulfate de cuivre.* Note de M. **A. Soret**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note du 5 novembre 1888, j'ai brièvement indiqué qu'il existe certaines relations entre les quantités de gaz occlus dans le cuivre électrolytique et les conditions de *température* et d'*acidité* de l'électrolyte.

» De nouvelles recherches sur ce sujet m'ont conduit à des résultats plus précis qui peuvent jeter quelque jour sur la marche de l'électrolyse dans ce cas particulier.

» Je me suis servi : 1° de solutions assez concentrées (25 pour 100 de sel), neutres ou acidulées par l'acide sulfurique dans la proportion de $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, ..., $\frac{9}{10}$ d'équivalent; 2° de courants de faible densité (moins de $\frac{1}{2}$ ampère pour des électrodes de grande surface, 40^{cq} environ maintenues à une distance invariable de 5^{cm}). J'ai opéré entre les températures de 10° et 40°. Quelques expériences ont même eu lieu à 2°. Dans la plupart des cas, l'électrolyse a duré vingt-quatre heures, quelquefois moins, rarement plus. L'anode était constituée par du bon cuivre laminé du commerce.

» Le dépôt, séparé de la cathode, fut soumis à une température élevée (sans dépasser le rouge cerise) dans le vide de la trompe de Sprengel. N'ayant pas trouvé dans le commerce de récipients en porcelaine suffisamment étanches pour les gaz, j'ai fait faire à Bayeux des tubes double-

ment émaillés qui ne laissaient passer aucun gaz, même à la température de fusion du cuivre.

» L'hydrogène ne commence à se dégager qu'au rouge sombre et ne se libère que fort lentement. Six à huit heures sont nécessaires pour l'extraire complètement de 10^{gr} à 15^{gr} de métal. Le gaz recueilli fut analysé. Voici les résultats.

» 1° *Influence de la durée de l'électrolyse*. — En comparant les dépôts opérés dans des *électrolytes de composition identique* et *à la même température*, on voit d'abord que le volume du gaz occlus par rapport au volume du cuivre $\left(\frac{V_{gaz}}{V_{Cu}}\right)$ diminue à mesure que le dépôt s'accroît, c'est-à-dire que l'électrolyse se poursuit; ensuite que la proportion de gaz carbonique augmente. La diminution totale porte donc sur l'hydrogène (polarisation).

» 2° *Influence de la température*. — L'ensemble des dépôts de *même poids*, pour un *même électrolyte*, montre que la quantité de gaz occlus diminue à mesure que la température s'élève.

» Il est intéressant de remarquer que, si les dépôts en bain neutre sont très cassants, cette fragilité tend à diminuer à mesure que la température s'élève.

» Mais il ne faut pas, comme on l'admet généralement, attribuer à la quantité de gaz occlus, pas plus qu'à l'hydrogène, la fragilité d'un dépôt cuivrique.

» 3° *Influence de l'acidité*. — Si la température tend à rendre le dépôt malléable, l'*état acide* de l'électrolyte (plutôt que le degré d'acidité lui-même) a une influence bien autrement grande. La teneur en gaz des dépôts de même poids obtenus à la même température s'élève un peu avec le degré d'acidité. Il est remarquable que la moindre quantité d'acide modifie totalement la nature du dépôt. Un bain neutre qui fournit des dépôts très cassants finit, après quelque temps d'électrolyse, par donner des dépôts moins aigres, par suite de la libération d'acide.

» 4° *Nature des dépôts; leur malléabilité*. — Le métal déposé en bain neutre a fourni des résultats tout à fait inattendus, quant à la composition du mélange gazeux occlus. Ainsi la proportion d'acide carbonique est toujours plus forte que pour les bains acides. Elle croît rapidement avec la température jusqu'à 30°. Le gaz carbonique forme alors les $\frac{9}{10}$ du volume total. Quant au dépôt, il présente un aspect spécial. Déjà, après quelques heures, se montrent sur les bords des arborisations, de véritables dendrites

cristallines, de plus de 1^{cm} de long et très fragiles. Y a-t-il une relation entre leur formation et la présence d'un excès de gaz carbonique? Je le crois. D'autre part, ces dépôts, soumis à l'action de la chaleur, se sont comportés d'une manière particulière. L'acide carbonique se dégage rapidement bien avant le rouge sombre et, s'il était seul, l'extraction totale dans le vide serait terminée en quelques minutes; mais l'hydrogène est beaucoup plus réfractaire.

» Quelques analyses (rares) ont accusé la présence de l'oxyde de carbone. Je l'attribue à un accident : une réaction de l'hydrogène sur l'acide carbonique à une température trop élevée (rouge blanc, fusion du cuivre). Je ne crois donc pas à l'existence de l'oxyde de carbone dans le cuivre électrolytique.

» De ces résultats je conclus : 1° que le cuivre électrolytique ne renferme que deux gaz, dont l'un, l'hydrogène, est en plus forte proportion dans la plupart des cas ($\frac{5}{6}$ est une valeur moyenne acceptable), toujours quand l'électrolyte est acide; 2° que la fragilité des dépôts est corrélative de la présence de l'acide carbonique en excès. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons ammoniacales du ruthénium.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Troost.

« Une combinaison ammoniacale du ruthénium a été préparée par Claus en soumettant à une ébullition prolongée en présence d'un excès d'ammoniaque la dissolution du chlorure rouge ammonique qu'il assimilait au chloroplatinate. A ce chlorure ammoniacal, Claus attribuait une composition analogue à celle du *chlorure de diplatinammonium* ou *chlorure de la première base de Reiset*, soit $(Ru, 4AzH^3)Cl^2 + 3H^2O$.

» J'ai montré précédemment que la constitution des chlorures rouges du ruthénium était plus complexe; en particulier, le sel ammonique doit être formulé $Ru.AzO.Cl^3, 2AzH^4Cl$.

» Il était intéressant de rechercher quelle pouvait être la réaction exercée par l'ammoniaque en excès sur une telle combinaison, afin de fixer la formule des chlorures de la base ammoniacale; de l'étude que j'en ai faite, il résulte que le chlorure et tous les corps qui en dérivent renferment un atome d'azote de plus que ne l'indiquait la formule de Claus, leur formule pouvant être écrite $Ru.AzO.OH.X^2(4AzH^3)$.

» I. La dissolution étendue du chlorure ammonique, qui est rouge violet foncé, se transforme par une ébullition prolongée en présence d'un excès d'ammoniaque en une liqueur jaune d'or et laisse déposer des cristaux jaunes ou jaune orangé. La composition est la suivante :

			Trouvé.		D'après les analyses de Claus.	
Ru	101,5	35,30	35,31	35,41	35,75	35,60
5Az	70,0	24,36	24,68	24,78	18,29	18,18
2Cl	71,0	24,69	24,37	»	24,00	»
13H	13,0	4,52	4,51	»	»	»
2O	32,0	11,13	»	»	»	»
	287,5	100,00				

» J'ai dosé l'azote par combustion avec de l'oxyde de cuivre et mesuré le gaz recueilli; Claus n'avait évalué que l'azote ammoniacal; quant à l'eau d'hydratation, il l'avait calculée comme différence entre le poids total de la substance et la somme des poids du métal, du chlore et de l'ammoniaque. Le sel ne contient cependant pas d'eau d'hydratation, et l'on ne voit l'eau apparaître qu'au moment où la substance se décompose soit sous l'action de la chaleur seule, soit dans une atmosphère d'hydrogène.

» Le chlorure ammoniacal peut être formulé

$$\mathrm{Ru.AzO.OH.Cl^2(4AzH^3)},$$

et la réaction qui lui donne naissance

$$\mathrm{Ru.AzO.Cl^3,\ 2AzH^4Cl + 5AzH^3 + H^2O}$$
$$\mathrm{= Ru.AzO.OH.Cl^2(4AzH^3) + 3AzH^4Cl.}$$

» Cette réaction n'est accompagnée d'aucun dégagement gazeux, ce qui deviendrait incompréhensible si l'on admettait la formule de Claus. On doit remarquer en outre que cette réduction ne s'effectue que si les liqueurs sont suffisamment étendues. Dans les liqueurs concentrées, la réaction est incomplète : si, après le dépôt du chlorure ammoniacal, on concentre les liqueurs jaunes qui se sont enrichies en chlorure ammonique et que l'on continue l'ébullition, on voit apparaître de nouveau la couleur rouge violacée des composés nitrosés, la réaction inverse s'étant produite.

» Le *bromure* et l'*iodure* se forment dans les mêmes circonstances que le chlorure; la solubilité va en décroissant du chlorure à l'iodure.

» Tous les trois forment des prismes clinorhombiques isomorphes (Dufet). On a en particulier pour le chlorure :

$$a : b : c :: 1,5565 : 1 : 1,4647, \qquad ph^1 = 78^\circ 45'.$$

	Chlorure.	Bromure.	Iodure.
$h^1 b^{\frac{1}{4}}$	118°56′	118°33′	118°26′
$b^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{4}}$	111°38′	111°56′	112°18′

» L'*azotate* est très peu soluble dans l'eau froide, presque insoluble dans l'acide azotique concentré : aussi le prépare-t-on facilement en ajoutant à la dissolution concentrée et chaude du chlorure un excès d'acide azotique. En le dissolvant dans l'eau ammoniacale, on obtient des trémies d'apparence rhomboédrique d'un beau jaune d'or ou de longs prismes cannelés.

» Clinorhombique, p, m dominants $a^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$ (Dufet) :

$$a : b : c :: 1,41492 : 1 : 1,37734, \qquad ph^1 = 68^\circ 18'.$$

» La formule $Ru.AzO.OH(AzO^3)^2(4AzH^3)$ doit être substituée à la formule de Claus. Le dosage de l'azote donne en effet 29,05-29,04 pour 100 ; calculé : 28,78. Trouvé par Claus : azote ammoniacal : 16,88 ; azote nitrique : 8,57 ; total : 25,45.

» Le *chloroplatinate* $Ru.AzO.OH.Cl^2(4AzH^3) + PtCl^4$ est une poudre cristalline jaune orangé, à peine soluble dans l'eau froide.

» Le *sulfate* et le *carbonate*, comme l'azotate d'ailleurs, peuvent être obtenus par double décomposition entre 1 molécule du chlorure et 2 molécules du sel d'argent correspondant.

» Le *sulfate* est le plus soluble de tous ces sels, et on peut l'obtenir facilement en gros cristaux jaune orangé, remarquables par la pureté de leurs formes.

» Triclinique (Dufet), faces dominantes : p, m, t, h^1, d^1, b^1, $a^{\frac{1}{2}}$, $s = (31\bar{2})$, a^1 :

$$a : b : c :: 1,63014 : 1 : 1,28274;$$

$$\text{Angles plans des axes.....} \begin{cases} bc = 110^\circ.12', \\ ca = 114.\ 4, \\ ab = \ 83.33. \end{cases}$$

» Les analyses de Claus (dosage du métal, de l'ammoniaque, de l'acide sulfurique ou carbonique) s'accordent tout aussi bien avec les formules

nouvelles

$$Ru.AzO.OH(SO^4)(4AzH^3) + H^2O,$$
$$Ru.AzO.OH(CO^3)(4AzH^3) + 2H^2O$$

qu'avec les formules anciennes.

» II. La réaction de l'oxyde d'argent sur le chlorure permet de préparer une dissolution douée des propriétés des alcalis les plus puissants, qui doit être considérée comme renfermant la base correspondant aux sels précédents; mais, lorsqu'on essaye de la concentrer dans le vide, elle perd de l'ammoniaque, brunit et laisse un résidu qui, analysé par Claus, contenait seulement $2AzH^3$; la nouvelle formule serait donc

$$Ru.AzO(OH)^3, 2AzH^3 + H^2O.$$

» Mais les sels de cette série n'ont pas été étudiés par Claus. D'après quelques essais tentés dans cette voie, je serais disposé à croire qu'ils sont incristallisables; d'un brun foncé, ils se forment pendant la concentration par la chaleur des sels précédents qui perdent de l'ammoniaque lentement, et les cristaux, que les liqueurs laissent alors déposer, sont d'une couleur plus foncée que les sels purs.

» En résumé, les sels des bases ammoniacales du ruthénium ne correspondent à aucun des sels des bases ammoniacales des autres métaux du platine. Jörgensen, qui a fait une étude très étendue des composés ammoniacaux du rhodium, a fait ressortir les relations d'isomorphisme qui les relient aux composés ammoniacaux du cobalt et du chrome, découverts par M. Fremy. Nous ne trouvons ici rien de semblable; tout au plus peut-on rapprocher les sels de ruthénammonium des sels *fuscocobaltiques*

$$CO^2(OH)^2Cl^4(8AzH^3), \qquad Ru(AzO)OH.Cl^2(4AzH^3). »$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les hypoazotites*. Note de M. **Maquenne**.

« L'acide hypoazoteux n'est encore connu que par son sel d'argent, obtenu pour la première fois par Divers, par son sel de baryum et par son dérivé éthylique, que Zorn a décrits dans des Mémoires plus récents [1].

» L'hypoazotite d'argent est amorphe, instable et, ainsi que l'ont fait voir MM. Berthelot et Ogier, impossible à déshydrater entièrement à

---

[1] *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, X, 1306; XI, 1630; XV, 1258.

froid ([1]). L'hypoazotite de baryum est cristallisé, mais il renferme de l'eau d'hydratation qu'il perd incomplètement par efflorescence, en sorte qu'il se prête mal aux déterminations analytiques. Enfin, l'hypoazotite d'éthyle est éminemment explosif, dangereux à manier et à peu près impossible à obtenir pur. C'est ce qui explique l'incertitude qui règne encore aujourd'hui sur la véritable formule de l'acide hypoazoteux.

» J'ai reconnu que les hypoazotites de calcium et de strontium possèdent, au contraire, une assez grande stabilité à froid et donnent à l'analyse des nombres constants. J'ai pu en outre obtenir, en traitant ces sels par l'acide acétique, des composés mixtes, comparables aux acétates acides, qui cristallisent plus facilement encore que les hypoazotites neutres et par suite présentent des garanties de pureté incontestables. L'analyse de tous ces corps conduit à des résultats concordants en ce qui touche au rapport de l'oxygène à l'azote dans l'acide hypoazoteux.

» *Hypoazotite de calcium* $Az^2O^2Ca + 4H^2O$. — Pour préparer ce corps, il suffit de décomposer l'hypoazotite d'argent brut par le chlorure de calcium, en présence d'une petite quantité d'acide azotique : l'hypoazotite de calcium se précipite, par addition d'ammoniaque au liquide filtré, sous la forme d'une poudre cristalline brillante qui s'attache aux points frottés du verre comme le phosphate ammoniaco-magnésien. Presque insoluble dans l'eau, il se dissout aisément dans les acides, même très étendus.

» L'acide sulfurique, moyennement concentré, donne lieu à une production de gaz renfermant en moyenne 84 pour 100 de protoxyde d'azote; le résidu contient une quantité sensible d'acide azotique, dont MM. Berthelot et Ogier ont déjà signalé la présence dans les produits de décomposition de l'hypoazotite d'argent.

» A 100°, ce sel s'effleurit rapidement et dégage quelques gaz.

	Trouvé.	Calculé.
Calcium	23,16	23,26
Azote	16,25	16,28
Eau (par l'analyse organique)	42,26	41,86
Eau dégagée à 100°	40,80	»
Perte de poids à 100°	41,40	»

» L'oxydation par le brome, conduite de manière à éviter ou à compenser toute perte de réactif par volatilisation, a donné en moyenne une

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 30 et 84.

fixation de 3,88 atomes d'oxygène pour 1 molécule d'hypoazotite. L'écart entre ce nombre et le chiffre théorique 4 tient à une légère décomposition du sel, imputable à l'acide bromhydrique formé pendant la réaction, et qui se traduit par un dégagement de très fines bulles gazeuses.

» L'oxydation par le chlore a conduit exactement aux mêmes résultats; les autres oxydants n'ont rien donné de net.

» *Hypoazotite de strontium :* $Az^2O^2Sr + 5H^2O$. — On obtient ce sel, comme le corps précédent, en petits cristaux qui s'effleurissent à l'étuve en dégageant une trace de gaz, dont le poids représente moins de un demi-centième de celui de l'hypoazotite.

	Trouvé.	Calculé.
Strontium	36,80	36,84
Azote	11,89	11,79
Eau (par l'analyse organique)	38,30	37,89
Perte de poids à 100°	38,00	»

» L'oxydation a nécessité, en moyenne, 7,62 atomes de brome, correspondant à 3,81 atomes d'oxygène pour 1 molécule de sel.

» *Acétohypoazotite de calcium :*

$$Az^2O^2Ca + (C^2H^3O^2)^2Ca + 2C^2H^4O^2 + 4H^2O.$$

On obtient ce corps en projetant par petites portions l'hypoazotite de calcium dans de l'acide acétique à 30 pour 100 environ, jusqu'à ce qu'il cesse de se dissoudre; après quelques instants le sel double se dépose en fines aiguilles blanches solubles dans l'eau, présentant une réaction très légèrement acide

	Trouvé.	Calculé.
Calcium	17,72	17,77
Azote	6,25	6,22
Carbone	21,27	21,33
Hydrogène	4,89	4,89

» Ce corps pouvait être rapproché du sesquiacétate de calcium décrit par M. Villiers : il n'en diffère en effet que par la substitution du groupe hypoazoteux AzO à une molécule d'oxacétyle. Dans l'espoir de vérifier cette hypothèse, j'ai soumis les deux corps à l'examen cryoscopique; j'ai trouvé ainsi, pour l'abaissement moléculaire du point de congélation : 68 dans le cas du sesquiacétate, ce qui concorde avec la formule adoptée pour ce sel, et 104 dans le cas de l'acétohypoazotite. L'écart de ces deux nombres suffit à faire voir qu'ils ne se rapportent pas à des composés com-

parables, et la formule donnée plus haut conduisant, en tenant compte des indications fournies par M. Raoult, à un abaissement moléculaire théorique égal à 100, il paraît naturel de considérer l'acide hypoazoteux comme bibasique et de l'écrire $Az^2O^2H^2$.

» *Acétohypoazotite de strontium :*

$$Az^2O^2Sr + (C^2H^3O^2)^2Sr + 2C^2H^4O^2 + 3H^2O.$$

Corps blanc, ressemblant en tout au sel de calcium.

	Trouvé.	Calculé.
Strontium	33,15	33,21
Azote	5,59	5,31
Carbone	18,35	18,22
Hydrogène	3,80	3,80

» *Acetohypoazotite de baryum :*

$$Az^2O^2Ba + (C^2H^3O^2)^2Ba + 2C^2H^4O^2 + 3H^2O.$$

Ce composé est moins stable que les précédents et plus difficile à obtenir pur.

	Trouvé.	Calculé.
Baryum	44,66	43,77
Azote	4,04	4,47
Carbone	15,26	15,34
Hydrogène	3,13	3,19

» En résumé, l'étude des hypoazotites alcalino-terreux et de leurs combinaisons acétiques vérifie l'exactitude des rapports exigés par la formule primitive de Divers, mais elle semble conduire à un poids moléculaire plus élevé que celui qu'admet cet auteur.

» Le peu de volatilité de l'hypoazotite d'éthyle, comparé à l'azotite correspondant, la complexité des produits qui se forment pendant la décomposition des hypoazotites, les phénomènes thermiques qui accompagnent cette décomposition, enfin l'impossibilité, reconnue par M. Berthelot, d'obtenir la combinaison directe du protoxyde d'azote avec les alcalis, concourent à faire adopter cette manière de voir, d'après laquelle le protoxyde d'azote ne constituerait pas, ainsi qu'on l'admet généralement, l'anhydride de l'acide hypoazoteux. »

CHIMIE. — *Sur la présence du sulfate de soude dans l'atmosphère et l'origine des poussières salines.* Note de M. **P. Marguerite-Delacharlonny.**

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1113), M. Parmentier explique la présence du sulfate de soude dans l'atmosphère par ce fait que ce composé, en présence des corps humides et poreux, cristallise de ses dissolutions en filaments très ténus que le moindre souffle peut emporter et répandre sur tous les corps.

» Nous avons signalé (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1128) quelques faits qui peuvent donner de la présence du sulfate de soude dans l'atmosphère une explication plus générale et peut-être plus certaine.

» Nous avons indiqué en effet que des dissolutions salines s'évaporant au contact de l'air donnent toujours lieu à un entraînement du sel dissous : nous avons vérifié le fait pour plusieurs corps, entre autres pour le sulfate de fer et pour le carbonate de soude. Or, comme le dit M. Parmentier, on constate la présence du sulfate de soude dans la plupart des eaux minérales, maritimes ou fluviales. Ne doit-il pas en résulter que la simple évaporation à l'air libre de ces solutions doit être la cause de la présence du sulfate de soude dans l'air?

» Cette conclusion est contraire à celle de M. Parmentier, disant : « De » ce qu'un corps soluble existe dans les eaux et dans le sol, il ne résulte » pas nécessairement qu'il se trouve dans l'atmosphère. » Nous croyons au contraire que tout corps soluble contenu dans les eaux et dans le sol doit être entraîné par l'évaporation de sa dissolution et se trouver en petite quantité dans l'atmosphère.

» La réalité de cette affirmation a été démontrée dans tous les essais que nous avons exécutés, et plusieurs faits connus viennent à l'appui de cette affirmation.

» On a constaté industriellement cet entraînement des sels dans l'évaporation à basse température des vinasses; dans les laboratoires, on l'a observé dans l'évaporation des dissolutions de chlorure ferrique avant le point d'ébullition des liqueurs, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Camphre et bornéol de romarin. Nouvelle méthode de séparation du camphre et du bornéol.* Note de M. **A. Haller**, présentée par M. Friedel.

« M. Bruylants [1] a été le premier à constater la présence du bornéol dans l'essence de romarin; mais, d'après l'auteur, l'éther acétique de ce bornéol fournit par saponification avec la potasse alcoolique un terpène $C^{10}H^{16}$ et de l'acétate de potasse.

» M. E. Weber [2] admit également l'existence du camphol dans l'essence de romarin, sans toutefois avoir isolé ce corps.

» Pour nous rendre compte de la nature de ce bornéol, nous avons préparé du camphre de romarin en soumettant l'essence à la distillation fractionnée. Les portions qui passent au-dessus de 190° laissent déposer par refroidissement de notables quantités d'un mélange de camphre et de bornéol. Ce mélange, préalablement essoré, a été exprimé entre des doubles de papier et purifié par sublimation avec de la chaux.

» Pour séparer le camphol du camphre, on s'est basé sur la propriété que possèdent les alcools de former avec les acides bibasiques, pris en excès, des éthers acides solubles dans les alcalis ou les carbonates alcalins.

» A cet effet, on a trituré 200gr de camphre de romarin avec environ 120gr d'acide succinique pulvérisé, et le mélange a été chauffé pendant quarante-huit heures, dans des matras résistants, à une température de 140° environ. Quand on a retiré les matras du bain d'huile, leur contenu se composait de deux couches : l'une, solide et cristallisée, était constituée par de l'acide succinique; l'autre, liquide et jaunâtre, surnageait et renfermait la combinaison de l'acide succinique avec le bornéol, ainsi que le camphre. Par refroidissement, le tout s'est pris en une masse compacte.

» Tout le produit a été ensuite traité par de l'éther qui a dissous le camphre et le succinate acide de camphol, tandis que l'acide succinique est resté insoluble. La liqueur éthérée, agitée à plusieurs reprises avec

---

[1] *Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique*, 3e série, t. XIII, n° 1.

[2] *Liebig's Annalen*, t. CCXXXVIII, p. 92.

une solution de carbonate de soude, a abandonné le succinate acide de bornéol, tandis que le camphre est resté dissous. La solution alcaline, après avoir été lavée à l'éther pour enlever des traces de camphre entraînées, fut acidulée, puis agitée de nouveau avec de l'éther. Après évaporation de ce dissolvant, on obtint une masse onctueuse présentant tous les caractères du succinate acide de camphol décrit dans une Note antérieure.

» Mais, au lieu d'isoler ce succinate, il vaut mieux faire bouillir directement les liqueurs alcalines avec de la soude caustique et séparer le bornéol qui se forme dans la saponification. Ce camphol est ensuite purifié soit par sublimation, soit par cristallisation dans l'éther de pétrole.

» Les cristaux obtenus ressemblent à ceux du bornéol ordinaire. Ce sont des lames hexagonales à odeur de camphre mêlé de poivre, et fondant à 207°,5.

» Le camphre de romarin mis en œuvre renfermait environ 5 pour 100 de ce camphol.

» Une partie de ce produit a été convertie en camphre, dont on a pris le pouvoir rotatoire et le point de fusion. Ce camphre a ensuite été transformé en camphre monobromé, et le dérivé obtenu a été soumis à des cristallisations fractionnées. On a isolé ainsi deux sortes de cristaux : les uns étaient constitués par du camphre monobromé gauche, et les autres par du racémique.

» Pour nous assurer que l'acide succinique avait enlevé tout le bornéol contenu dans le camphre de romarin brut, on a agité celui-ci, après son traitement à l'acide succinique, avec de l'acide azotique concentré. Il ne s'est produit aucun dégagement de vapeurs nitreuses; de plus, le pouvoir rotatoire du produit n'a pas varié.

» Nous avons résumé, dans le Tableau ci-dessous, toutes les déterminations qui ont été faites, pour nous rendre compte de la nature du mélange qui constitue le camphre de romarin :

	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires moléculaires.
Camphre de romarin sublimé	° »	$(\alpha)_D = +\ 17°$
Bornéol retiré de ce mélange	207,51	$(\alpha)_D = -\ 23,59$
Camphre correspondant à ce bornéol	178,65	$(\alpha)_D = -\ 29,60$
Dérivés monobromés préparés avec ce camphre. Cristaux fondant à	76	$(\alpha)_D = -\ 124$
	51	$(\alpha)_D = \ 0$
Camphre de romarin débarrassé du bornéol	»	$(\alpha)_D = +\ 21,7$
Le même, traité par de l'acide azotique	»	$(\alpha)_D = +\ 21,05$

» Le camphre monobromé gauche préparé avec le camphre dérivé du bornéol ne possède pas tout à fait le pouvoir rotatoire normal, qui est d'environ — 127°. Cela tient à la difficulté qu'on rencontre à le séparer totalement du dérivé droit qui lui est mélangé.

» Le camphre de romarin, débarrassé du bornéol, possède un pouvoir rotatoire inférieur à celui du camphre pur. Il est donc également formé par un mélange de droit et de gauche. Lorsqu'on le traite par du brome, on obtient, en effet, un produit que des cristallisations répétées permettent de scinder en un dérivé monobromé dont le pouvoir rotatoire moléculaire se rapproche de plus en plus de + 127°, c'est-à-dire de celui du camphre monobromé droit pur.

» De l'ensemble des déterminations que nous venons de faire nous pouvons conclure que le camphre de romarin est un mélange de camphre et de bornéol droits, et de camphre et de bornéol gauches.

» La méthode que nous avons employée pour séparer le camphol du camphre est applicable dans tous les cas où l'on aura affaire à un pareil mélange. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation des stolons chez les Syllidiens* [1]. Note de M. G. **Pruvot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Tous les auteurs qui se sont occupés de la reproduction des Syllidiens stolonifères se sont bornés à décrire isolément les formes sous lesquelles ils ont vu se détacher les stolons, dont ils ont attribué la formation un peu arbitrairement tantôt au bourgeonnement, tantôt à la simple scissiparité.

» I. Syllidés. — On n'a pas établi dans cette tribu moins de cinq formes différentes, qui toutes même se rencontreraient dans les limites du seul genre *Syllis*, sans parler de la reproduction directe que j'ai observée chez le *S. sexoculata* Thl. accompagnée de l'accroissement énorme des yeux et du développement de soies natatoires à tous les segments féconds à partir du vingt-cinquième. Or les stolons se détachent très aisément, à un stade même peu avancé de leur développement, et la multiplication de ces formes est due à la description d'individus encore éloignés de leur état définitif, qu'ils n'atteignent même presque toujours que quelque temps après leur émancipation normale, et celle-ci se produit d'autant plus tôt que l'indivi-

(1) Laboratoire Arago, à Banyuls-sur-Mer.

dualisation du stolon a été plus précoce. Elles doivent en réalité se réduire à deux :

» 1° *Forme pseudocéphale* (lobes oculifères séparés, pas de ganglions cérébroïdes). — Chez les *Syllis prolifera* Krohn et *variegata* Gr., les produits sexuels formés avant la première apparence de stolon refluent d'abord dans la souche en repoussant devant eux les derniers dissépiments; puis, à mesure que le stolon s'élargit, reprennent leur place dans son intérieur et ne dépassent plus en haut son deuxième segment. Le premier développe latéralement deux épaississements tégumentaires où se forment les quatre yeux, puis les deux antennes. La séparation du stolon s'opère alors, mais chaque lobe acquiert peu après un palpe ventral conique et inarticulé, dépassant ainsi la forme *Chætosyllis* Malm. qu'on lui attribue chez ces espèces pour atteindre celle de *S. amica* Quatr. Il en est de même pour le *Trypanosyllis zebra* Gr., mais ici, comme chez l'*Eurysyllis paradoxa* Thl., le stolon se détache et meurt presque toujours sans avoir acquis encore ni palpes ni antennes (forme *Tetraglene*); les lobes oculifères sont ventraux et la différenciation du stolon se fait en même temps que celle des produits génitaux. Enfin j'ai toujours vu la séparation et la mort survenir avant l'apparition du moindre rudiment céphalique (forme *acéphale*), chez la *Syllis hamata* Clap. et une *Syllis typosyllis* que je ne puis rapporter à aucune espèce connue. Mais chez ces deux espèces il existe des yeux latéraux à chaque segment et les stolons observés se sont toujours détachés à une époque éloignée de leur maturité, les produits sexuels n'y étant pas encore développés.

» 2° *Forme eucéphale* (lobes oculifères soudés en une véritable tête dorsale renfermant des ganglions cérébroïdes). — Chez la *S. hyalina* Gr. la tête n'appartient pas plus que les lobes pseudocéphaliques précédents à la série normale des segments. Elle se développe par deux mamelons dorsaux dus exclusivement au bourgeonnement du tégument ectodermique; ils se soudent de bonne heure, développent simultanément quatre yeux et trois antennes, puis une masse cérébroïde, et le stolon se détache sous la forme *Joida*. Mais peu après apparaissent deux gros palpes ventraux, un sillon sépare le lobe céphalique du premier segment et on a alors sous les yeux une véritable tête de Syllis; sa formation, comme celle de ces appendices, est identique dans tous les détails à la régénération de la tête normale après amputation.

» Chez tous les Syllidés stolonifères que j'ai pu étudier, le dernier segment de la souche produit au-dessus des pieds deux bourgeons latéraux

portant chacun un cirrhe anal et développant sur leur côté externe seulement une série de quatre à sept parapodes. Après la séparation du stolon, ils se soudent sur la ligne médiane, où leur tégument se résorbe; l'intestin de la souche leur envoie un prolongement qui ne s'ouvre au dehors à l'anus qu'après cicatrisation de la plaie produite par la chute du stolon, et l'extrémité caudale ainsi reconstituée continue à former de nouveaux segments à la manière ordinaire. Chez la *Tryp. zebra*, les deux processus latéraux se fusionnent de bonne heure bien avant la mise en liberté du stolon, qui se trouve alors fixé par son extrémité céphalique sur le dos du parent, et il est vraisemblable que la disposition ramifiée si inattendue de la *S. ramosa* (M. Int.) est due à un procédé de bourgeonnement analogue.

» II. AUTOLYTIDÉS. — La tête de la forme femelle (*Sacconereis* Mull.) se constitue d'une manière identique à celle de la *S. hyalina*, qu'elle dépasse même, acquérant des cirrhes tentaculaires et un segment buccal bourgeonné par le premier segment sétigère; en revanche, les palpes restent moins développés. La forme mâle (*Polybostrichus*, Œrst.), expression la plus élevée d'une tête de Syllidien, passe par toutes les phases de la saccoméréide, qu'elle dépasse à son tour, et le développement de ses appendices montre que les prétendus palpes bifurqués représentent, en réalité, les antennes latérales de la femelle, et que des trois longs cirrhes tentaculaires si caractéristiques, les deux latéraux seuls appartiennent au segment buccal, l'impair étant une antenne médiane.

» Quand il ne se produit à la fois qu'un seul stolon (cas observé chez l'*Ant. macrophthalmus*, Marenz.), le dernier segment de la souche bourgeonne, par tout son pourtour, un nouveau segment anal où apparaissent tout d'abord les deux cirrhes caudaux et qui régénère, entre lui et celui qui lui a donné naissance, un nombre plus ou moins considérable de segments.

» Dans le cas d'une chaîne de stolons (étudié chez un *Autolytus* voisin, mais distinct de l'*A. Edwardsii*, de Saint-Joseph), la différence résulte de ce que le dernier segment de la souche, en se séparant du segment anal nouveau, conserve des tissus formateurs et produit successivement, par bourgeonnement centripète, tous les segments anaux des futurs stolons, ceux-ci fournissant, par bourgeonnement centrifuge, tous les segments du stolon auquel ils appartiennent. Puis l'activité du dernier segment, ancien de la souche, s'éteint et ceux formés par le dernier segment anal reconstituent l'extrémité caudale de celle-ci, comme dans le cas précédent ou celui de la régénération des segments terminaux amputés.

» Qu'il s'agisse d'un Syllidé ou d'un Autolytidé, les stolons sont dans tous les cas produits par scissiparité, emportant toujours un certain nombre de segments préformés indifférents jusque-là. Le premier phénomène est une accentuation du sillon qui sépare deux segments consécutifs; elle rend morphologiquement étrangers l'un à l'autre les deux tronçons supérieur et inférieur, puis le premier régénère son extrémité caudale, et le second se reforme une extrémité céphalique par un processus absolument comparable à ce qui se passe dans le cas d'une section réelle entre eux, comparaison que j'ai suivie avec détail, mais dans laquelle les limites de cette Note ne me permettent pas d'entrer. »

ZOOLOGIE. — *La chlorophylle chez les animaux*. Note de M. P.-A. Dangeard, présentée par M. Duchartre.

» On admet très généralement qu'un certain nombre d'animaux peuvent posséder de la chlorophylle au même titre que les végétaux; deux cas se présentent :

» 1° La chlorophylle paraît dissoute dans le protoplasma; en réalité, elle est fixée sur un ou plusieurs chromatophores identiques à ceux des Algues; cette disposition se rencontre chez un assez grand nombre d'êtres appartenant aux *Eugleneæ*, *Cryptomonadineæ*, *Polyblephârideæ*, *Chlamydomonadineæ*, *Volvocineæ*. Ce sont des Algues inférieures dont nous avons indiqué le mode de développement et la place dans la classification [1].

» 2° La chlorophylle est fixée sur des corpuscules sphériques qui se trouvent en nombre plus ou moins grand dans le protoplasma; un assez grand nombre d'animaux sont ainsi colorés en vert : *Hydra viridis*, *Convoluta Schultzii*, *Spongilla viridis*, *Paramecium Bursaria*, *Acanthrocystis viridis*, *Ophrydium versatile*, *Stentor polymorphus*, etc.

» Deux opinions sont en présence : quelques naturalistes voient dans ces corpuscules de simples chromatophores; d'autres pensent que ce sont des Algues parasites [2]. L'idée de parasitisme paraît devoir s'imposer; mais, comme elle ne va pas sans quelque difficulté et que beaucoup de naturalistes hésitent à se prononcer, nous devons indiquer avec soin tout ce

---

[1] P.-A. Dangeard, *Mémoire sur les Algues* (*Le Botaniste*, 1re série, IVe fasc.; Massif, Caen).

[2] Géza Entz., Brandt, Balbiani, etc.

qui peut servir à l'histoire de ces productions et à la démonstration de leur parasitisme.

» Jusqu'ici le groupe des Flagellés n'avait fourni aucun représentant coloré en vert par ces corpuscules; c'était un fait d'autant plus singulier que ces corpuscules se rencontrent chez les Rhizopodes, les Ciliés, les Vers, les Cœlentérés, les Éponges. Cette lacune vient d'être comblée : une belle espèce d'*Anisonema*, que nous avons distinguée sous le nom d'*A. viridis*, sp. nov., renferme un grand nombre de ces granules verts; ils sont logés dans l'ectoplasme; à la présence de l'Algue parasite semble liée l'existence d'une sécrétion gélatineuse, à l'intérieur de laquelle les individus se reproduisent par division.

» Une sécrétion gélatineuse existe également chez un bel Infusoire, l'*Ophrydium versatile;* elle réunit les individus en grosses colonies vertes. Cette espèce va nous fournir de nouveaux arguments en faveur du parasitisme des corpuscules verts.

» Non sans difficulté, nous sommes arrivé à reconnaître les kystes, qui n'avaient pas encore été signalés : ils ressemblent à une Pleurococcacée de grandes dimensions; le protoplasma semble coloré uniformément en vert; la membrane est épaisse et présente des stries qui s'entrecroisent comme celles des kystes du *Stylonichia Mytilus;* le tout est plongé dans une masse gélatineuse.

» On ignorait comment les corpuscules verts se comportaient dans l'enkystement de l'hôte. S'ils avaient perdu leur individualité, il aurait fallu abandonner l'idée du parasitisme, malgré toutes les raisons invoquées jusqu'ici; mais il est possible de s'assurer, au moyen des réactifs, que les granules verts restent distincts. Il y a plus; on sait que les kystes d'Algues inférieures ne conservent pas leur coloration verte : ils deviennent jaunes, puis rouges. Les Chromatophores ont donc modifié leur couleur. Le même fait devrait se produire dans l'*Ophrydium versatile*, si l'on avait affaire à de véritables Chromatophores. Or les corpuscules restent verts; le protoplasma qui les renferme est à l'état de vie latente; ils ont une vie très active, comme le témoignent les nombreuses bulles d'oxygène dégagées : il y a donc indépendance relative entre les deux organismes. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune malacologique extra-marine de l'Europe arctique.* Note de M. **Westerlund**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nos connaissances sur la faune malacologique extra-marine des régions de l'Europe voisines de l'océan Glacial sont restées jusqu'ici très incomplètes. Grâce aux recherches entreprises par M. Charles Rabot, cette lacune vient d'être comblée pour les parties les plus septentrionales de la Norvège et de la Russie. En 1884 et 1885, ce voyageur a exploré les massifs du Store Börgefjeld et du Svartis (entre le 65°30′ et le 67° de latitude nord), situés en Norvège, et, plus au nord, la région s'étendant de la vallée de la Tana (Norvège) au lac Imandra (Russie), entre le 70° et le 67° de latitude nord. Cette dernière zone comprend la vallée de Pasvig, le lac Enara et ses tributaires, le Notozero, les rivières de Tulom et de Kola, enfin l'Imandra et les réseaux lacustres qui affluent dans ce grand lac. Ce territoire est une des régions les plus froides de l'Europe. Dans sa partie centrale, la température moyenne annuelle est de — 3°. Généralement les dernières glaces ne disparaissent de l'Enara que vers le 15 juin, et à la fin de septembre les rivières sont prises. Dans cette partie de la Laponie, il gêle souvent dès le milieu d'août.

» Une trentaine de lacs et de rivières de ces régions septentrionales ont été explorées, au point de vue malacologique, par M. Charles Rabot.

» La collection recueillie par lui comprend trente-trois espèces ou variétés :

» *Arion subfuscus* Drp ; *Vitrina angelica* Beck ; *Hyalinia fulva* Drp ; *H. hammonis* Ström ; *H. petronella* Ch. ; *Helix ruderata* Stud. ; *H. harpa* Sag. (1) ; *H. arbustorum* L. ; *Pupa gredleri* Cl. ; *Ferrussacia arctica* West., n. sp. (2) ; *Cionella*

---

(1) Cette espèce a été recueillie par M. J. de Guerne pendant la mission dirigée en Finmark par M. le professeur Pouchet.

(2) Voici la diagnose de cette espèce : Testa vix rimata, cylindracea, cum spira lente conice attenuata, obtusiuscula, nitida, leviuscula, cornea ; anfr. 6, convexiusculi, irregulariter accrescentes, tres primi lente antepenultimus anteriore duplo latior, duo ultimi forte accrescentes, magis quam $\frac{2}{3}$ longitudinis totius efficientes, ultimus $\frac{1}{3}$ major ; sutura albomarginata, pnedio sat prope aperturam leviter descendens ; apertura oblique piriforme lanceolata, superne longe angustata, ad sinistrum sub parietem obliquam et levissime convexam arcuato dilatata, ad dextram omnino versicalis, basi subrotundata, peristoma margine exteriore medio rotundate-producto,

lubrica Müll. ; *Clausilia bidentata* Ström ; *Cl. b. v. septentrionalis* A.-S. ; *Succinea Pfeifferi* Rssm ; *Limnæa stagnalis* L. ; *L. st.* var. *livonica* Kob ; *L. auricularia* Drp ; *L. ovata* Drp ; *L. ovata*, v. *ampullacea* Rssm. *aff.*, et v. *inflata* Kob *aff.* ; *L. mucronata* Held *aff.* ; *L. peregra* Müll. ; *L. palustris* Müll. ; *L. palustris fusca* C. Pfr ; L. *truncatula* Müll., var. *microstoma*, M. Tand ; *L. truncatula* var. *lapponica* West. ; *Valvata priscinalis* Müll ; *V. cyclomphala* West., n. sp. ; *V. ambigua* West. ; *V. Raboti* West., n. sp. (¹) ; *Sphærium mamillanum* West. ; *Pisidium amnicum* Müll ; *P. L. Lilljeborgi* Cless. ; *Margar margaritifera* L.

» Trois espèces sont nouvelles : la *Valvata cyclomphala*, la *V. Raboti*, et la *Ferussacia arctica*. Jusqu'ici le groupe des *Valvata* n'avait été trouvé que dans les régions les plus méridionales de l'Europe, et le genre *Ferussacia* n'avait été rencontré qu'en Algérie et en Tunisie. La découverte de cette dernière coquille dans la zone arctique est de la plus haute importance au point de vue de la distribution des espèces.

» L'existence de la *Limnea auricularia* et de la *Valvata ambigua* est signalée ici pour la première fois dans les régions septentrionales.

» La collection rapportée par M. Rabot a permis, en outre, de dresser une liste des Mollusques fluviatiles de la presqu'île de Kola, territoire dont la faune malacologique extra-marine était complètement inconnue.

» Des Limnées ont été recueillies dans plus de soixante localités différentes. La plupart de ces coquilles n'ont pas achevé leur développement, ou ont perdu leur cuticule. Dans ces contrées septentrionales, les genres

---

columellari late reflexo, marginibus callo tenui filiformi junctis, profundi medio parietis lamella oblique adscendente, munita columella torta, superne alta, compressa, inferne sensim attenuata. Long. 7, diam. 2mm,75. Lapponia rossica ad Kitza in peninsula Kola.

(¹) Diagnoses du *Valvata cyclomphala* et du *Valvata Raboti* :

Valvata cyclomphala West., n. sp. — Testa depresso convexa, prasina, lævis vel sub lente acuto tenuissime striatula ; anfr. 4, sat regulariter accrescentes, convexi, ad suturam declivi, ultimus cylindricus, antice non dilatatus, penultimo vix dimidio major ; sutura subcanaliculata ; apertura circularis, sub anfractu ultimo breviter affixa, peristomate continuo ; umbilicus sat latus, circularis et perfecte infundibuliformis, perspectivus. Diam. 4,33, alt. 2mm,75.

Norvegia in Finmarkia orientali ad Koskiniavi. (Flumen Pasvig.)

Valvata Raboti West., n. sp. — Testa minima, globoso-depressa, utrinque dense costulata, circa umbilicum concentrice striata ; anfr. 3,50 celeriter accrescentes, convexiusculi, ultimus maximus, antice forti et valde ampliatus, rotundatus ; apertura magna, circularis, peristomate continuo recto ; umbilicus angustus, ad partem margine aperturæ obtectus. Diam. 1,75, alt. 1mm.

Norvegia in Finmarkia orientali ad Klostervand. (Flumen Pasvig.)

Limnea et *Vitrina* ne peuvent accomplir leur développement en un an, comme dans les régions tempérées. Grâce à la température élevée de l'été (elle atteint parfois + 28°), leur croissance est rapide, mais elle est bientôt arrêtée brusquement par le long et rigoureux hiver de cette zone. Le froid et les tempêtes exercent surtout une influence remarquable sur les Limnées, qui se traduit par une grande variété de formes et par la fragilité du test.

» En résumé, la collection rapportée par M. Charles Rabot a largement ajouté à nos connaissances de la faune malacologique extra-marine de l'Europe septentrionale. Elle a complété pour cette partie de la zone arctique les recherches faites en Sibérie, notamment par les expéditions suédoises dirigées par M. le professeur Nordenskiöld. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la rectification de l'alcool.* Note de M. **E. Sorel**, présentée par M. Schlœsing [1].

« Des considérations développées dans mes Notes précédentes, il ressort que le succès de la rectification sous la pression normale est uniquement lié à l'existence permanente, dans le plus grand nombre possible d'étages, d'alcool bouillant en dessous d'une température strictement définie et que le rôle de l'analyseur consiste à établir ce régime. Tout procédé réalisant cette double condition doit permettre la rectification. L'expérience confirme ces conclusions.

» Les liquides condensés dans l'analyseur ne diffèrent pas plus, en effet, de l'alcool recueilli à l'éprouvette que les contenus de deux plateaux consécutifs du sommet de la colonne, une fois les premiers mauvais goûts de tête éliminés. L'analyseur n'influe donc pas directement sur la purification. Il est facile, d'autre part, de vérifier que c'est la température d'ébullition dans les étages supérieurs de la colonne qui influe seule sur la rectification.

» 1° Ne changeant rien au régime de l'analyseur, divisons ses reflux en deux parties dont l'une retourne, comme d'ordinaire, dans le dernier plateau du rectificateur, de façon à maintenir constante sa température, dont l'autre soit dirigée dans le bas du rectificateur. Nous aurons, en apparence, diminué les causes d'entraînement des impuretés de queue en abaissant la

---

[1] Voir séances des 27 mai et 11 juin.

température des plateaux inférieurs et étendant leur contenu d'alcool relativement pur. Mais, par contre, le nombre des étages refroidis au-dessous de la température critique aura diminué. Cette marche, en apparence logique, se traduit immédiatement par l'apparition des produits de queue, avec leurs qualités caractéristiques : odeur, goût, réactions spéciales vis-à-vis des dissolvants, des colorants, de l'acide sulfurique concentré, etc., aspect huileux, action sur la tension superficielle de l'alcool ([1]).

» 2° Réduisons, au contraire, les reflux de l'analyseur au minimum strictement nécessaire pour que le dernier étage contienne de l'alcool à 92°, 93° G.-L, et établissons au tiers inférieur du rectificateur un réfrigérant auxiliaire réglant à 80° maximum la température des vapeurs qui pénètrent dans la partie à étudier.

» Entourons cette partie supérieure d'un enduit isolant pour éviter le rayonnement. Nous aurons satisfait à la double condition de la permanence de régime et de maintien des étages supérieurs au-dessous de la température critique. Dans l'appareil employé à mon laboratoire, on peut conserver cette marche jusqu'à ce que le contenu de la chaudière soit assez étendu pour ne bouillir qu'entre 96° et 97°. Si la construction de la colonne permet d'éviter tout entraînement mécanique, la rectification est très satisfaisante; mais, dès que la circulation de l'eau est ralentie dans le réfrigérant auxiliaire et que la température s'élève à la sortie de celui-ci de 0°,5 à 1°, les corps de queue souillent de suite l'alcool recueilli. Dans deux des nombreuses expériences de contrôle, la chaudière était chargée avec des *mauvais goûts de queue*, riches en furfurol, provenant de rectifications antérieures. Tant que la température au réfrigérant fut inférieure à 80°, l'alcool rectifié était presque absolument pur et les échantillons des reflux recueillis à $0^m,20$ au-dessus du réfrigérant (milieu de la colonne totale) accusaient au compte-gouttes de M. Duclaux moins de 0,4 pour 100 d'alcool amylique; ils ne coloraient pas l'acide sulfurique concentré à froid et ne donnaient à l'acide bouillant qu'une teinte jaune à peine sensible. La température ayant été amenée à 80°,5, les reflux coloraient de suite l'acide froid en jaune, l'acide bouillant en rouge, et accusaient au compte-gouttes une teneur de 2,2 pour 100 en alcool amylique. Ils n'avaient cependant pas changé de densité (D. à 20°, 0,835 dans le premier cas, 0,836 dans le second).

([1]) Expérience faite sur un appareil industriel de 180^{hlit}.

» L'emploi de mon réfrigérant auxiliaire me permet de reproduire au laboratoire les rectifications industrielles, ce qu'on ne peut obtenir avec les appareils en usage habituel, reposant sur un refroidissement progressif des vapeurs et dont le nombre des plateaux refroidis au-dessous de 80° est, par suite, très faible. Il faciliterait également les opérations industrielles.

» Jusqu'ici j'ai supposé qu'il n'y a que fort peu d'impuretés volatiles. Mais, si celles-ci sont abondantes, pour une même quantité d'alcool vaporisé, le volume total des vapeurs est notablement accru; tout se passe donc comme si le rapport $\frac{P}{p}$ des reflux aux vapeurs était diminué, c'est-à-dire comme si la température était relevée, et les impuretés de queue ne peuvent être arrêtées : aussi en trouve-t-on toujours dans les mauvais et moyens goûts de tête, surtout lors de la rectification d'un mélange de mauvais goût de tête et de queue. D'autre part, à mesure que la chaudière s'épuise d'alcool, les vapeurs en sortent de plus en plus chaudes et la température des étages inférieurs et moyens s'élève notablement au-dessus de la température critique : les corps de queue sont donc d'autant moins retenus que leur taux relatif croît par suite de l'épuisement de la chaudière.

» Le *rectificateur* intermittent, excellent pour achever l'épuration d'alcool déjà presque pur, ne devrait donc être appliqué qu'à cet usage. Il est coûteux et peu efficace pour le traitement d'acools impurs.

» La distillation continue, par contre, permet de maintenir indéfiniment un régime permanent, au point de vue de l'alcool, dans les étages d'une colonne. Si donc on dispose d'alcool suffisamment concentré, on peut en séparer économiquement les corps de tête, en ne vaporisant dans le bas de la colonne qu'une portion de l'alcool, de façon que tous les étages supérieurs soient maintenus au-dessous de 80° C.

» En général, on satisfera aux conditions requises en envoyant les vapeurs alcooliques fournies par la distillation continue dans une colonne à étages munie d'un analyseur. Cette colonne porte le nom de *déflegmateur*. En y réalisant les conditions de température précisées plus haut, on crée un régime défavorable à l'entraînement des produits de queue et l'on peut obtenir le même lotissement que dans les rectifications préparatoires. Mais il faut observer une précaution supplémentaire, le plus souvent négligée. Les produits de queue constamment fournis par la distillation ne doivent

pas pouvoir s'accumuler dans les plateaux du déflegmateur; il faut donc : 1° ne pas renvoyer au distillateur les reflux; 2° ne pas épuiser, dans un seul et même distillateur, les liquides de leur alcool, car la plupart des impuretés de queue seraient éliminées plus vite que lui et chargeraient les plateaux du déflegmateur au point de ne pouvoir être arrêtées. Il n'y a donc pas de véritables rectificateurs continus, mais l'emploi d'une série de déflegmateurs permet de suppléer en grande partie à la rectification d'une façon rapide et avec une notable économie.

Ces données ont été vérifiées au laboratoire pour l'étude des industries agricoles, fondé par M. G. Péreire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Étude sur les croisements artificiels du blé.* Note de MM. **E. Gatellier**, **L. L'Hote** et **Schribaux** [1].

« *Rendement comparatif.* — Pour le rendement en poids de chaque espèce, n'ayant pas d'étendue suffisante cultivée pour obtenir des chiffres suffisamment exacts, nous n'avons pu nous en rendre compte que d'une façon approximative.

» Le rendement en poids d'un hectare correspond à la formule suivante : en appelant n le nombre d'épis à l'hectare, m le nombre moyen de grains par épi, p le poids moyen de chaque grain, le rendement égale $n \times m \times p$.

» Nous n'avons pu obtenir jusqu'à présent que le nombre moyen de grains et le poids moyen du grain. Le produit de ces deux chiffres est proportionnel au rendement, en supposant le même nombre d'épis à l'hectare. Nous avons déterminé, pour la récolte de 1887, le poids moyen du grain et, pour la récolte de 1888, le poids moyen du grain ainsi que le nombre moyen de grains par épi. Le produit des deux chiffres de la récolte de 1888 donne une indication de rendement, en supposant le même nombre d'épis pour la même surface. Ce n'est qu'une indication qui sera contrôlée en 1889 par le rendement de chaque parcelle comportant, pour chaque espèce, une étendue suffisante de culture.

» Dans le Tableau ci-dessous, nous résumons les observations relatives aux variétés principales.

(1) Voir séances des 20 mai et 17 juin.

Variétés.	Poids moyen de 100 grains en 1887.	Poids moyen de 100 grains en 1888.	Nombre de grains par épi en 1888.	Produit.
	gr	gr		
Crépy	47,62	52,46	40	2098,40
Shireff	44,30	46,19	72	3325,68
Shireff-Crépy n° 1	45,97	50,79	60	3047,40
Shireff-Crépy n° 2	53,29	63,35	40	2534,00
Crépy-Shireff n° 1	47,10	54,71	60	3282,00
Crépy-Shireff n° 2	44,26	47,58	60	2854,80
Crépy-Shireff n° 2 *bis*	46,10	50,12	60	3007,20
Bergues	44,76	46,23	54	2496,42
Shireff-Bergues n° 1	41,50	47,06	54	2541,24
Shireff-Bergues n° 2	43,87	47,97	54	2590,38
Bergues-Shireff n° 1	45,87	50,99	60	3059,40
Bergues-Shireff n° 2	44,99	51,33	65	3334,35
Dattel	49,78	49,07	55	2698,85
Shireff-Dattel n° 1	»	48,19	45	2168,55
Shireff-Dattel n° 2	46,73	49,10	55	2700,50
Dattel-Shireff n° 1	48,47	48,18	50	2429,00
Dattel-Shireff n° 2	45,43	49,41	55	2737,55
Hongrie	47,38	53,86	40	2154,40
Shireff-Hongrie	42,57	50,11	50	2505,50
Hongrie-Shireff	47,17	51,33	72	3695,76

» Il ressort de ces chiffres : 1° que c'est la variété Shireff-Crépy n° 2, ne tenant ni au père ni à la mère et ressemblant beaucoup au blé bleu de Noë, qui, dans les deux années, a donné le grain le plus gros et le plus lourd ; 2° que dans les croisements obtenus, pour les espèces qui ressemblent exclusivement à la mère sous le rapport des apparences extérieures de l'épi, il y a généralement amélioration du poids du grain par le croisement. Par exemple, tous les produits donnés par le Shireff comme mère, ayant un épi carré court semblable au Shireff, comportant beaucoup de fleurs par épillet, ont eu en 1887 et 1888 des grains de qualité supérieure, comme poids, au Shireff. Ce défaut de bonne conformation du grain était justement reproché au blé Shireff, et c'est ce qui nuisait beaucoup à sa réputation et, par suite, à l'extension de sa culture. Il serait heureux qu'on pût obtenir, sous le rapport de la qualité du grain, une amélioration de cette espèce. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la possibilité de communiquer le bouquet d'un vin de qualité à un vin commun, en changeant la levure qui le fait fermenter.* Note de M. **A. Rommier.**

« M. Pasteur a dit dans ses *Essais sur le vin* : « La bière qui a fermenté » avec la levure de vin sent le vin ». De même un vin ou plutôt une piquette de raisin sec qui a fermenté avec la levure de bière sent la bière. Il est reconnu que les levures sécrètent pendant la fermentation des principes odorants particuliers à chacune d'elles.

» Parmi les levures de vin, la principale, celle qui a reçu les noms de *saccharomices ellipsoideus*, de *levure ellipsoïdale* et de *levure elliptique*, a été longtemps considérée comme une levure unique; on la différencie actuellement suivant le parfum qu'elle communique aux liquides qu'elle fait fermenter et qui rappelle l'odeur du vin d'où la levure dérive. Il suit de là qu'il y aurait presque autant de levures ellipsoïdales qu'il y a de crus et de variétés de vignes et qu'il suffirait de changer le ferment d'un vin pour en modifier le bouquet.

» Les choses peuvent se passer ainsi dans un laboratoire, quand on opère sur de petites quantités de jus de raisin ou un autre liquide approprié, filtré à clair, stérilisé par la chaleur et ensemencé avec une levure étrangère; mais, dans la pratique, il n'est guère facile de soumettre à l'action de la chaleur du raisin écrasé sans l'altérer sensiblement : on risque, dans ce traitement, de lui donner un *goût de cuit* et d'en modifier profondément la matière colorante.

» Mais la stérilisation est une opération à laquelle, dans certains cas, on peut ne pas avoir recours : ainsi j'ai reconnu que les levures de vin en activité se multiplient, par une température basse, en moins de temps que les spores des levures et celles des moisissures qui se trouvent sur la pellicule du raisin ne mettent à germer. Si donc on introduit une levure active dans une vendange, au commencement du foulage, elle se développe rapidement, envahit bientôt toute la cuve et paralyse la germination des levures naturelles. Il se produit le même fait que lorsqu'on sème dans un champ plusieurs espèces de graines : celle qui germe et se développe la première étouffe bientôt toutes les autres. Mais, si la température de la cuve vient à s'élever au-dessus de 21° à 22°, ce qui arrive le plus souvent, les spores des

levures naturelles germent alors rapidement et se multiplient parallèlement à la levure ajoutée.

» D'après ces explications, on pouvait être assuré qu'en introduisant une levure étrangère en activité, dans une vendange, au commencement de la mise en cuve et par une température basse, cette levure s'emparerait de la fermentation et communiquerait au vin les principes aromatiques qui la distinguent de ses congénères. Maïs il restait à déterminer si, en opérant à une température supérieure à 22°, lorsque les deux levures marchent parallèlement, au *prorata* de leurs doses initiales, la levure étrangère posséderait encore assez de force pour modifier le bouquet du vin.

» Ces expériences, qui ont eu lieu comparativement, ont été faites l'été dernier sur du chasselas du midi de la France. Ce raisin fournit, comme on le sait, un vin plat, presque sans bouquet, dosant environ 8 pour 100 d'alcool. On a fait réagir sur ce raisin trois levures ellipsoïdales extraites des grands vins blancs de la Champagne, des grands vins rouges de la Côte-d'Or et des vins blancs de Buxy, de la côte de Chalon-sur-Saône.

» Le raisin égrappé, afin d'en séparer les râfles, et mis dans de grandes terrines, a été écrasé, après l'avoir arrosé avec un peu d'une culture d'une des trois levures ci-dessus désignées, Champagne, Côte-d'Or ou Buxy. On l'a ensuite introduit dans de grands flacons à deux tubulures, dont l'une supérieure était surmontée d'un tube abducteur plongeant dans l'eau, et l'autre inférieure était munie d'un robinet destiné au tirage du vin.

» Cette disposition était semblable à celle des cuves du Bordelais, dont le couvercle possède une fermeture hydraulique, qui permet le dégagement du gaz acide carbonique et préserve le marc du contact de l'air. Une quatrième expérience qui pouvait servir de témoin a été faite avec du chasselas de serre, ne contenant pas de ferment, suivant l'observation de M. Pasteur. On l'a ensemencé avec la levure de champagne.

» Ces expériences ont été mises en train le 8 août, par une température élevée, qui s'est maintenue les jours suivants entre 22° et 28°. Au bout de dix-huit heures, la fermentation en était déjà tumultueuse ; elle a duré jusqu'au 18 août, pour les trois premières expériences, et s'est prolongée jusqu'au 21 août pour celle qui a été faite avec le chasselas de serre. La fermentation de ce raisin ayant eu lieu seulement avec la levure ajoutée, sa plus longue durée indiquerait la part qui revient dans les autres expériences à chacune des levures.

» Le troisième jour de la fermentation, on a mis dans ces cuves une quantité de sucre calculée de manière à en élever le titre alcoolique de 8 à 13 pour 100 environ, titre inférieur à la plupart des vins de qualité. Lorsqu'on introduit du sucre dans une cuve, dès la mise en train, on doit craindre que l'inversion qui en résulte ne nuise à la reproduction des levures et ne rende la fermentation incomplète, surtout si le titre du vin doit s'élever au-dessus de 12 pour 100 d'alcool.

» Lorsque la fermentation de ces vins a été entièrement terminée, on les a tirés et on les a introduits pendant quelques jours dans de grands flacons bien remplis, où ils se sont éclaircis; enfin on les a mis en bouteilles. Actuellement, ces vins sont bien aromatisés; ceux qui ont fermenté avec la levure de champagne ont un bouquet prononcé de vin de Champagne; ceux qui ont été faits avec les levures de la Côte-d'Or et de Buxy possèdent des parfums qui rappellent ceux des vins de ces régions. »

GÉOGRAPHIE. — *Hauteur moyenne des continents et profondeur moyenne des mers.* Note de M. **A. de Tillo**, présentée par M. Daubrée.

« Après des recherches minutieuses ([1]), j'ai trouvé que les données numériques admises jusqu'à présent par divers auteurs doivent être modifiées.

» Prenant en considération un plus grand nombre de données hypsométriques et bathométriques, je crois avoir trouvé des chiffres plus rapprochés de la vérité.

» Voici les principaux résultats :

Hauteur moyenne	de tous les continents au-dessus de la mer	693^{m}
»	dans l'hémisphère boréal	713
»	dans l'hémisphère austral	634
»	Europe	317
»	Asie	957
»	Afrique	612
»	Amérique du Nord	622
»	Amérique du Sud	617
»	Australie	240

([1]) L'exposé de ces recherches est imprimé dans le *Bulletin de la Société de Géographie de Russie* du 8 décembre 1888.

Profondeur moyenne de toutes les mers		3803^{m}
»	Océan Pacifique	4380
»	Océan Atlantique	4022
»	Océan Indien	3674
»	mers septentrionales	3627
»	mers méridionales	3927

M. **J. Ossipoff** adresse une Note « Sur la chaleur de combustion de deux acides diméthylsucciniques isomériques ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juin 1889.

Œuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. Serret (t. I-X et XIII) et de M. Gaston Darboux, sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique; tome douzième. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-4°.

Recueil de Mémoires et Observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires militaires, rédigé sous la surveillance de la Commission d'Hygiène hippique et publié par ordre du Ministre de la Guerre (2e série); tome treizième. Paris, L. Baudoin et Cie, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XX, année 1888; *par* le Dr H. Hildebrand-Hildebrandsson. Upsal, Edv. Berling, 1888-1889; br. gr. in-4°.

M. Émile Rivière. — *La grotte Saint-Martin; grottes dites les « Baumas de Bails », dans les Alpes-Maritimes. — Découverte d'un nouveau gisement quaternaire sur les bords de la Vézère, l'abri Pageyral*; 3 br. in-8°. (Extrait du Congrès d'Oran 1888.) (Présenté par M. de Quatrefages.)

Monographiæ Phanerogamarum. Prodromi nunc continuatio, nunc revisio editoribus et pro parte auctoribus Alphonso et Casimir de Candolle; vol. sextum : *Andropogoneæ,* auctore Eduardo Hæckel. Parisiis, sumptibus G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Sulla formazione delle immagini di oggetti celesti o terrestri sulle grandi superficie liquide della Terra. Memoria di Adolfo Venturi (Estratto dalle *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani;* vol. XVIII, 1889); br. in-4°.

Nozione filosofica delle funzioni dei meccanismi amministrativi comparate con quelle del metodo sperimentale grafologico; da Mariani Aristide e Bonetti Agostino. Roma, tipografia editrice economice Righetti, 1888; 1 vol. in-8°.

Origen y constitucion mecanica del Mundo. Nueva teoria cosmogonica; por Miguel Tejera. Barcelona, Luis Tasso Serra, 1889; 1 vol. pet. in-4°.

Foods and food adulterants. — Lard and lard adulterations; by H. W. Wiley (U. S. Department of Agriculture, Bulletin n° 13). Washington, 1889; 1 vol. in-8°.

Report of the entomologist, Charles V. Riley, M. A., Ph. D., *for the year* 1888. Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. in-8°.

FIN DU TOME CENT-HUITIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1889.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CVIII.

A

B

C

D

E

F

G

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
14004 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.